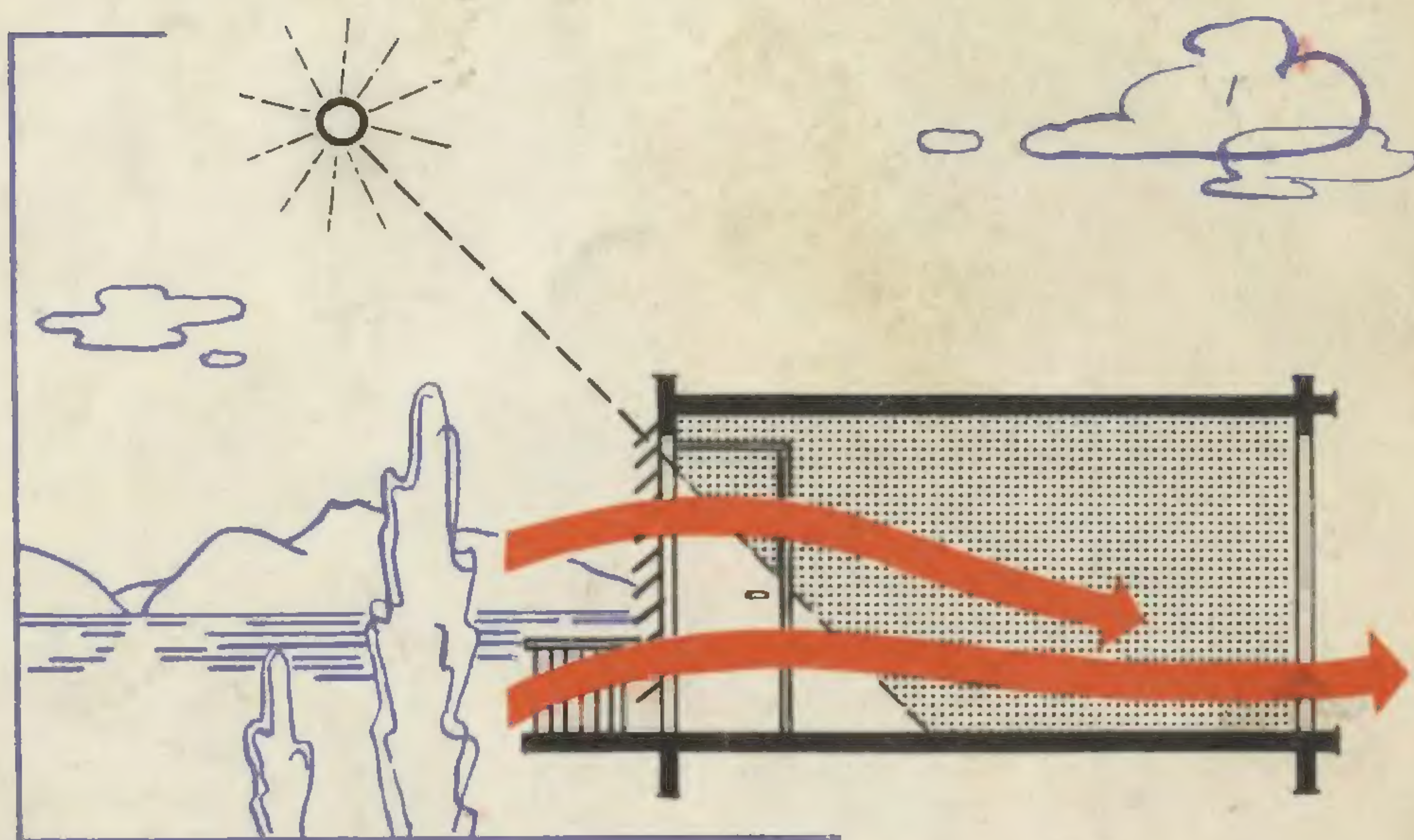


ПРИРОДА

7.69



Ежемесячный
популярный
естественнонаучный
журнал
Академии наук СССР

ПРИРОДА

Основан в 1912 году

Издательство «Наука»
Москва



Главный редактор

академик
Н. Г. БАСОВ

Зам. главного редактора

академик
Б. Л. АСТАУРОВ

Доктор биологических наук
А. Г. БАННИКОВ

Академик
А. И. БЕРГ

Академик
А. П. ВИНОГРАДОВ

Член-корреспондент АН СССР
Б. Н. ДЕЛОНЕ

Академик
Л. А. ЗЕНКЕВИЧ

Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Академик
Б. М. КЕДРОВ

Академик
И. К. КИКОИН

Член-корреспондент АН СССР
В. Л. КРЕТОВИЧ

Доктор физико-математических наук
Б. В. КУКАРКИН

Доктор философских наук
Г. А. КУРСАНОВ

Доктор географических наук
К. К. МАРКОВ

Доктор философских наук
Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

Академик
В. В. ПАРИН

Ответственный секретарь
В. М. ПОЛЫНИН

Зам. главного редактора
доктор геолого-минералогических наук
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ

Доктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯ

Зам. главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВ

Доктор биологических наук
К. К. ФЛЕРОВ

Доктор биологических наук
А. Н. ФОРМОЗОВ

Академик
Г. М. ФРАНК

Зам. главного редактора
доктор физико-математических наук
Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ

Член-корреспондент АН СССР
В. Е. ХАИН

Академик
Н. В. ЦИЦИН

Доктор географических наук
Л. А. ЧУБУКОВ

Кандидат физико-математических наук
Н. В. ШЕБАЛИН

Доктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВ

Технический редактор Д. И. Скляр
Корректоры Р. Н. Сидорина,
И. К. Шатуновская

Адрес редакции: Москва, Ж-127, ул. Осипен-
ко, 52, тел. 231-76-80

Подписано к печати 24/VI 1969 г.
Формат бумаги 84×108¹/₁₆. Печ. л. 8
Уч.-изд. л. 16,8. (Усл. печ. л. 13,44)
Бум. л. 4. Тираж 41 000 экз. Зак. 2191
Т-07097

2-я типография издательства «Наука»
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

Ленин и ученые. А. В. Кольцов
Проблемы высокотемператур-
ной сверхпроводимости.

В. Л. Гинзбург

Избранное семейство трансура-
нов. Г. Т. Сиборг

Взаимодействие в биологиче-
ских системах. Ю. М. Васильев,
И. М. Гельфанд, Ш. А. Губер-
ман, М. Л. Шик

Новые перспективы генетики
человека. В. П. Эфроимсон,
Л. Г. Калмыкова, Г. С. Марин-
чева

Породы мантии на поверхности
Земли. А. Л. Книппер

Жилище и климат. А. А. Гер-
бурт-Гейбович, В. К. Лицкевич

Научные сообщения

Ископаемые тритерпеноиды.
Н. Г. Голованов

Лазер разогревает плазму.
П. Г. Крюков

Открыт новый ледниковый
район. Л. С. Говоруха

Охрана природы

Тугайные леса надо сохранить.
В. Д. Рашек, Ю. Ф. Мамаев

История науки

Новые данные к научной био-
графии Н. А. Морозова.

Ю. И. Соловьев

Гипотезы

Размышления физика у под-
ножия пирамид. К. Мендельсон

Экспедиции

Озеро, которого не стало...
Д. П. Резвой, П. Д. Резвой

Очерки

Предисловие к книге В. Я. Френ-

келя «Пауль Эренфест».

И. Е. Тамм

Пауль Эренфест в России и в
СССР. В. Я. Френкель

Дикие собаки Африки. Б. Гржи-
мек

Заметки, наблюдения

Ископаемая метеорная пыль.
И. А. Юдин

Обитатели подземного города.
О. П. Богданов

Пемзы Курильских островов.
О. И. Бент

Природа — дома

Хомячки... вместо кошек и со-
бак? М. Г. Львовский

Новости науки

Книги

Очерки о химических элемен-
тах. Ф. М. Перельман

Берегите амфибионтов.

Н. Н. Ремин

Проблема использования во-
ды. Н. И. Дружинин

Последнее убежище диких жи-
вотных. Н. А. Гладков

Акулы: вред и польза.

Г. М. Мангров

Редакционная почта

Энергия движущихся шаров.
А. К. Манеев, А. Г. Четвериков

Еще о пляжах Черноморья.
А. И. Печёрин

Поваренная соль из морской
воды

Календарь природы

«Шагающий» мираж на Байка-
ле. Е. Ф. Малеев

Пыльные бури на Дону.

П. Ф. Молодкин, И. В. Семен-
цов

В конце номера

Химики шутят. Ф. К. Величко,
И. И. Кандрор

На первой странице обложки — рисунок ху-
дожника Н. Г. Блинова к статье А. А. Гербур-
та-Гейбовича и В. К. Лицкевича «Жилище и
климат»

На второй странице обложки — общий вид
долины, где было озеро Яшилкуль. Вдали
виден промытый завал. К статье Д. П. Резво-
го и П. Д. Резвого «Озеро, которого не ста-
ло...»

Ленин и ученые

А. В. Кольцов

Кандидат исторических наук

Ленинград

Владимир Ильич Ленин придавал огромное значение науке в строительстве нового общества. Назначение науки при социализме он видел в служении народу, в борьбе за улучшение жизни трудящихся. 9 (22) ноября 1917 г. В. И. Ленин подписал декрет ВЦИК и СНК «Об учреждении Государственной комиссии по просвещению». Согласно этому декрету, в составе Государственной комиссии по просвещению создавался Научный отдел — орган, на который были возложены обязанности по руководству организацией науки¹. Организация научных исследований была необходимостью, продиктованной насущными потребностями страны. Но чтобы справиться с этой важнейшей задачей, советское государство должно было безотлагательно решить сложную проблему — привлечь на свою сторону старую научную интеллигенцию.

Привлечение Академии наук к социалистическому строительству

Вопрос об отношении пролетариата к буржуазной интеллигенции получил глубочайшую теоретическую разработку в трудах В. И. Ленина, который неоднократно указывал на необходимость всестороннего использования пролетарским государством лучших достижений культуры прошлого, завоеваний науки и техники. «Без совета, без руководящего указания людей образованных, интеллигентов, специалистов обойтись нельзя»², — писал он в декабре 1917 г. В. И. Ленин был глубоко убежден, что подавляющее большинство старой интеллигенции неизбежно встанет на благородный путь служения революционному народу. «...Инженер придет к признанию коммунизма не так, как пришел подпольщик-пропагандист, литератор, а через данные своей науки... по-своему придет к признанию коммунизма агроном, по-своему лесовод и т. д.»³, — говорил В. И. Ленин в феврале 1921 г.

В январе 1918 г., выполняя указания В. И. Ленина, Наркомпрос предпринял первые шаги, направленные на установление контактов с учеными Академии наук.

В. И. Ленин неоднократно беседовал с наркомом по просвещению А. В. Луначарским о привлечении Академии наук к социалистическому строительству. «Наркомпрос имел прямые директивы В. И. Ленина: относиться к Академии бережно и осторожно и лишь постепенно, не раня ее органов, ввести ее более прочно и органично в новое коммунистическое русло»¹.

В ответ на предложение Наркомпроса — развернуть научные исследования по заданиям Советской власти, Общее собрание Академии наук 20 февраля 1918 г. приняло постановление, в котором говорилось, что «Академия всегда готова, по требованию жизни и государства, приняться за посильную научную и теоретическую разработку отдельных задач, выдвигаемых нуждами государственного строительства, являясь при этом организующим и привлекающим ученые силы страны центром»². В марте — апреле 1918 г. Академия наук представила в Наркомпрос конкретную программу работ в области изучения естественных производительных сил страны.

По поручению В. И. Ленина, 9 апреля 1918 г. Академию наук посетил секретарь Совнаркома Н. П. Горбунов. Как сказано в протоколе заседания Отделения исторических наук и филологии Академии наук от 10 апреля 1918 г., Н. П. Горбунов сообщил неременному секретарю Академии наук С. Ф. Ольденбургу, что «Совет Народных Комиссаров считает крайне желательным возможно широкое развитие научных предприятий Академии и приглашает Академию довести до сведения Совета об имеющихся предположениях экспедиций, предприятий и изданий Академии с тем, чтобы им могло быть оказано скорейшее содействие»³. Одновременно секретарь Совнаркома просил Академию наук выяснить нужды других, тесно с ней связанных научных учреждений, чтобы создать условия для их плодотворной деятельности.

¹ А. В. Луначарский. Академия наук и Советская власть. (К двухсотлетию Академии). «Рабочая газета», 1925, 14 августа, № 184, стр. 3.

² Протоколы Общего собрания Российской Академии наук, 1918, § 47; Приложение к протоколу экстраординарного заседания Общего собрания от 20(7) февраля 1918 г. Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1а, № 165.

³ Протоколы Отделения исторических наук и филологии Российской Академии наук, 1918, § 128, Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1а, № 165.

¹ Декреты Советской власти, т. I. Госполитиздат. М., 1957, стр. 60.

² В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 35, стр. 202.

³ Там же, т. 42, стр. 346.

Бережное, чрезвычайно внимательное отношение В. И. Ленина, Советского правительства к ученым определило большие достижения социалистического государства в привлечении научной интеллигенции на службу революционному народу. Не сразу, а постепенно, преодолевая порой сомнения и колебания, старые ученые включались в строительство нового общества. Сама жизнь убеждала их в великом значении происходивших в стране социально-экономических преобразований для судеб отечественной науки.

Создавая весной 1918 г. план приступа к построению социализма, В. И. Ленин определил главнейшие направления научных исследований в молодой Советской республике. В период между 18 и 25 апреля 1918 г. он написал «Набросок плана научно-технических работ» — выдающийся труд, содержащий широкую программу деятельности ученых на многие годы вперед. В этом труде В. И. Ленин писал: «Академии наук, начавшей систематическое изучение и обследование естественных производительных сил России, следует немедленно дать от Высшего совета народного хозяйства поручение образовать ряд комиссий из специалистов для возможно более быстрого составления плана реорганизации промышленности и экономического подъема России»¹.

К словам «систематическое изучение и исследование естественных производительных сил» В. И. Ленин делает примечание: «NB: Надо ускорить издание этих материалов из всех сил, послать об этом бумажку и в Комиссариат народного просвещения, и в союз типографских рабочих, и в Комиссариат труда».

Владимир Ильич поставил перед учеными задачи, связанные с рациональным размещением промышленности, «слиянием и сосредоточением производства в немногих крупнейших предприятиях», обеспечением социалистического государства «всеми главнейшими видами сырья и промышленности». Особое внимание В. И. Ленин обращал на проблемы электрификации промышленности, транспорта и сельского хозяйства.

«Набросок плана научно-технических работ» наглядно свидетельствует о том, как глубоко В. И. Ленин верил в творческие силы ученых, какое почетное место отводил он деятелям науки в борьбе за построение нового общества.

Роль В. И. Ленина в создании сети научных учреждений

Сформулированные в ленинском плане научно-технических работ задачи были настолько обширны и многообразны, что для их реализации потребовалось создание новых органов по руководству наукой и разветвленной сети государственных научно-исследовательских учреждений.

16 августа 1918 г. В. И. Ленин подписал декрет Совнаркома «Об образовании Научно-технического отдела при Высшем совете народного хозяйства»¹. Научно-технический отдел создавался в целях улучшения руководства научными исследованиями, укрепления связей науки и техники с практикой народного хозяйства. Во главе НТО стоял Н. П. Горбунов. В деятельности НТО активно участвовали И. М. Губкин, В. Н. Ипатьев, Л. Я. Карпов, Н. С. Курнаков, П. П. Лазарев, А. Е. Ферсман, Н. М. Федоровский, Л. А. Чугаев и другие ученые. Как писал Н. П. Горбунов, Научно-технический отдел «давал возможность найти выход тем творческим стремлениям, которые имели место в научной среде и не находили этого выхода при царском режиме»².

Под руководством В. И. Ленина Советское правительство развернуло большую работу по организации новых научных учреждений. 31 июля 1918 г. В. И. Ленин подписал декрет Совнаркома «Об учреждении Российского пищевого научно-технического института»³. Помимо этого Института, в 1918—1919 гг. в системе Научно-технического отдела ВСНХ были организованы Центральный аэрогидродинамический институт, Государственный институт прикладной химии, Институт по изучению Севера, Институт химической обработки полезных ископаемых и другие.

Новые научные учреждения создавались и в системе Наркомпроса. Среди них должны быть упомянуты организованные в 1918—1922 гг. Рентгенологический и радиологический, Оптический, Физико-технический, Радиевый, Гидрологический, Керамический и другие институты. Дальнейшее развитие получила деятельность Академии наук, в составе которой были созданы Институт физико-химического анализа (1918), Институт по изучению платины и других благородных металлов (1918 г.) и Физико-математический институт (1921 г.). Особенно быстрыми темпами развивалась состоявшая при Академии наук Комиссия по изучению естественных производительных сил России (КЕПС). В апреле 1918 г. возникли новые подразделения КЕПС — Отдел по редким элементам и радиоактивным веществам, Отдел нерудных ископаемых, Отдел по исследованию Севера, Почвенный отдел, Отдел животноводства и др.

Создавались научные центры и в области гуманитарных дисциплин. В 1918 г. при непосредственном и руководящем участии В. И. Ленина была организована Социалистическая академия общественных наук (с 1924 г. она стала именоваться Коммунистической). М. Н. Покровский писал, что «Владимир Ильич при обсуждении устава этой Академии... в Совнаркоме сделал целый ряд указаний» и что «без Владимира Ильича Академия и вовсе не возникла бы»⁴. Как известно, на протяжении

¹ Декреты Советской власти, т. III, М., Госполитиздат, 1964, стр. 212—215.

² Центральный государственный архив народного хозяйства, ф. 3429, оп. 60, ед. хр. 854, л. 161.

³ Декреты Советской власти, т. III, стр. 120—122.

⁴ «Вестник Коммунистической академии», 1927, кн. XX, стр. 287.

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 36, стр. 228.

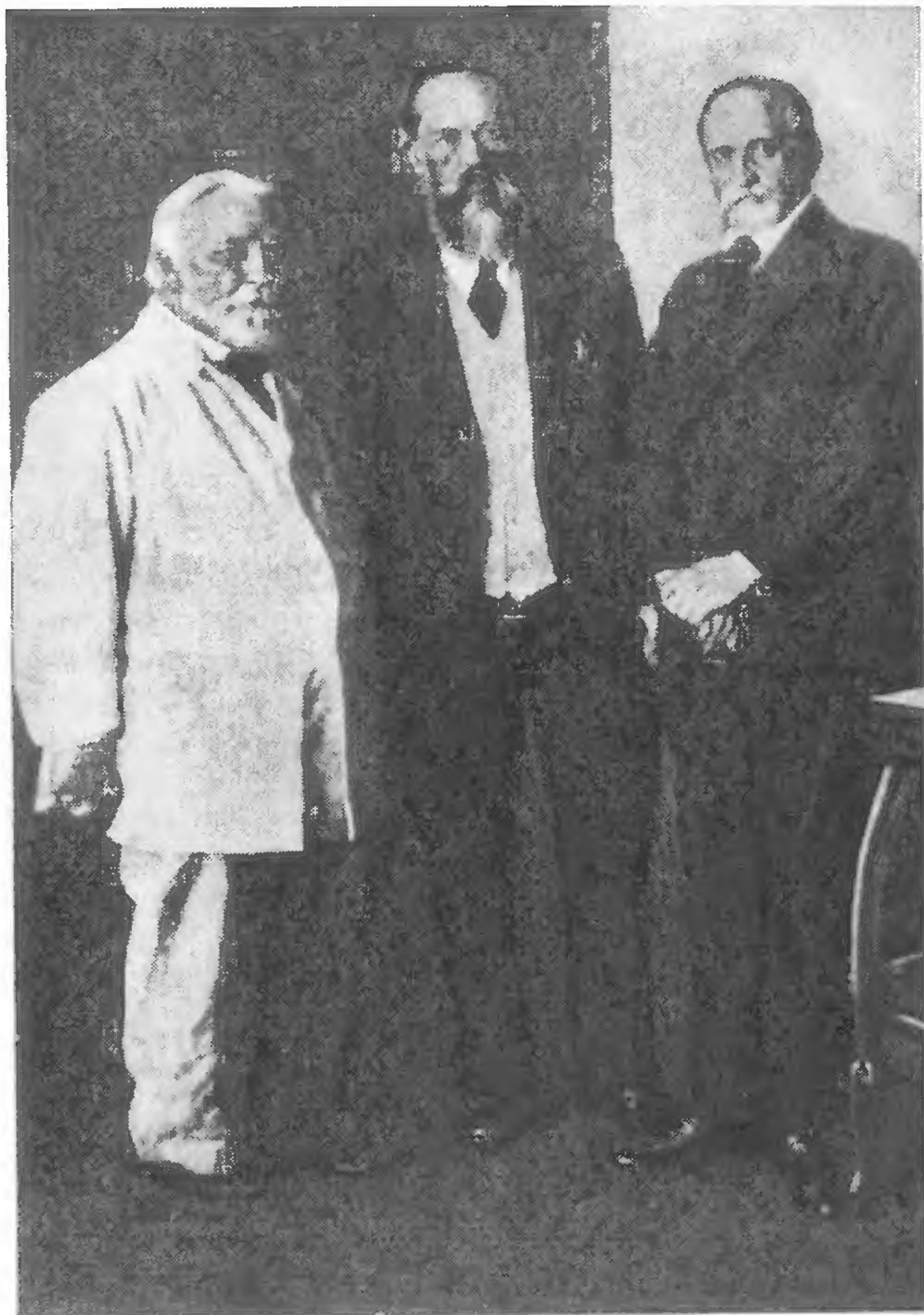


Рис. 1. Президент Академии наук академик А. П. Карпинский, вице-президент академик В. А. Стеклов, непременный секретарь Академии С. Ф. Ольденбург. Фото первой половины 1920-х годов (Архив АН СССР)

длительного времени, вплоть до слияния ее в 1936 г. с Академией наук СССР, Коммунистическая академия выполняла роль ведущего центра общественных наук. В 1919 г. была основана Государственная академия истории материальной культуры, позднее, в 1937 г., преобразованная в Институт истории материальной культуры Академии наук СССР (ныне Институт археологии АН СССР).

Только в течение двух лет (1918—1919 гг.) было создано 33 новых института. В 1923 г. в стране насчитывалось уже 55 институтов¹. Таким образом, в первые советские годы сформировалась государственная сеть научных учреждений, были заложены прочные основы государственной системы организации науки.

Организация научных исследований в Советской республике осуществлялась при активном участии самих ученых. В июне 1918 г. по прямому поручению В. И. Ленина Академия наук подготовила «Записку о задачах научного строительства», содержащую обширный перечень проблем, касающихся развития науки в стране².

¹ Организация науки в первые годы Советской власти. (1917—1925). Сборник документов. Изд-во «Наука». Л., 1968, стр. 8.

² «Вестник АН СССР», 1968, № 4, стр. 71—73.

Во главе вновь созданных институтов стояли крупнейшие ученые. Так, Радиевым институтом руководил В. И. Вернадский, Физико-техническим — А. Ф. Иоффе, Оптическим — Д. С. Рождественский, Физико-математическим — В. А. Стеклов, Институтом прикладной химии — Н. С. Курнаков, Центральным аэрогидродинамическим институтом — Н. Е. Жуковский. Творцы науки стали творцами и новых организационных форм ее развития.

Комиссия по улучшению быта ученых

Забота В. И. Ленина, Коммунистической партии и Советского правительства о развитии науки и ее деятелях ярко проявилась в годы гражданской войны и иностранной военной интервенции. Это было очень тяжелое для Советской республики время. Страна находилась в кольце фронтов и напрягала все силы для разгрома белогвардейцев и интервентов, покушавшихся на завоевания Великого Октября. Не хватало самого необходимого — сырья, топлива, продовольствия. Трудящиеся голодали. Ученые, многие из которых были людьми преклонного возраста и слабого здоровья, тяжело переносили трудности, вызванные войной и разрухой.

В целях оказания помощи ученым 23 декабря 1919 г.

Совнарком принял декрет «Об улучшении положения научных специалистов». Этим декретом предусматривалось улучшение снабжения ученых продуктами питания, создание для них наиболее благоприятных жилищных условий¹. В январе 1920 г. была организована Петроградская комиссия по улучшению быта ученых (ПетроКУБУ), которую возглавил М. Горький. В ноябре 1921 г. начала работать Центральная комиссия по улучшению быта ученых (ЦеКУБУ).

ЦеКУБУ и ПетроКУБУ опирались на постоянную поддержку В. И. Ленина. В. Д. Бонч-Бруевич, бывший в те годы управляющим делами Совнаркома, впоследствии рассказывал: «...Владимир Ильич, при всех моих многократных докладах о нуждах этого общества (речь идет о ЦеКУБУ и ПетроКУБУ.— А. К.), самым отзывчивым образом не только помогал осуществлению всего, чего требовали нужды этого общества, но еще находил возможным многократно справляться и следить, сделано ли, осуществлено ли то или другое распоряжение и не осталось ли оно на бумаге»².

По делам ПетроКУБУ М. Горький много раз обращался к В. И. Ленину и всякий раз находил содействие со стороны Председателя Совнаркома³.

22 апреля 1920 г. при личной встрече с В. И. Лениным М. Горький передал Владимиру Ильичу письмо профессора Петроградского университета С. П. Костычева с просьбой об обеспечении лаборатории физиологии растений Университета необходимым оборудованием (письмо было адресовано М. Горькому). Ознакомившись с письмом ученого, Владимир Ильич написал следующую записку:

«В Петроградский совет

Товарищи! Очень прошу вас во всех тех случаях, когда т. Горький будет обращаться к Вам по подобным вопросам, оказывать ему всяческое содействие, если же будут препятствия, помехи или возражения того или иного рода, не отказать сообщить мне, в чем они состоят»⁴.

17 августа 1920 г. М. Горький направил в Совнарком письмо с просьбой о сохранении 2000 академических пайков, которые были выделены для ученых Петрограда. Откликаясь на это ходатайство, 18 августа 1918 г. Владимир Ильич писал в Малый Совнарком⁵: «Прошу Малый Совет рассмотреть дело поскорее и по возможности удовлетворить»⁶.

В ответ на сообщение М. Горького о намерении Петрокоммуны реквизировать продукты, отпускаемые в рас-

поряжение ПетроКУБУ, 21 октября 1920 г. В. И. Ленин писал в Малый Совнарком: «Прошу рассмотреть это дело поскорее. Из прилагаемого видно, что распоряжение К прода (центра) дает эти продукты в распоряжение КУБУ (Комиссия об улучшении быта ученых). Значит, без согласия центра Питер не вправе реквизиовать и зачитывать!»¹.

Количество академических пайков, введенных для улучшения питания ученых, достигало в конце 1919—1920 гг. не менее 5000². Принимались меры к созданию благоприятных жилищных условий для ученых. Узнав от М. Горького об отдельных фактах ущемления жилищных прав ученых, 21 октября 1920 г. В. И. Ленин писал в президиум Петроградского Совдепа: «Уважаемые товарищи! По-моему, дать в Питере (архисвободном городе, по части квартир) лишнюю комнату ученым для кабинета и для лаборатории, ей-ей, не грех. Даже следовало бы вам самим взять на себя инициативу.

Очень прошу вас двинуть это дело, а если вы не согласны с этим, то не отказать мне черкнуть пару слов тотчас, чтобы я видел, в чем тут препятствие»³.

В обеспечении условий, необходимых для научной работы, большая роль принадлежала домам ученых. В январе 1920 г. был открыт Петроградский дом ученых, в ноябре 1922 г.— Московский дом ученых.

В. И. Ленин внимательно следил за работой ведущего научного центра страны — Академии наук. Примечательно, что руководство Академии наук неоднократно обращалось к В. И. Ленину за помощью и всегда Председатель Совнаркома стремился удовлетворить нужды Академии наук. Так, в октябре 1920 г., отвечая на одно из ходатайств Академии наук, В. Д. Бонч-Бруевич телеграфировал С. Ф. Ольденбургу: «Ваше заявление... я докладывал Председателю СНК, который распорядился немедленно отправить его в Наркомпрос тов. Луначарскому для выяснения практических мер для уничтожения той нужды среди ученого мира, о которой Вы сообщили мне. О результатах этого расследования я Вас своевременно уведомлю»⁴. Впоследствии, в 1925 г., вице-президент Академии наук академик В. А. Стеклов писал: «В тяжелые годы гражданской войны заботу об Академии взял на себя В. И. Ленин»⁵.

Встречи В. И. Ленина с учеными и беседы о науке

В суровые годы войны и разрухи В. И. Ленин находил время, чтобы встречаться с учеными и беседовать с ними об организации научных исследований. И каждая такая встреча вдохновляла ученых на новые творческие достижения, на преодоление трудностей, вызванных тяжелым экономическим положением страны.

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 51, стр. 314.

² Народный комиссариат по просвещению, 1917—октябрь 1920 г. (Краткий отчет). Гос. изд. М., 1920, стр. 68.

³ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 51, стр. 312—313.

⁴ «Вестник АН СССР», 1960, № 4, стр. 56.

⁵ «Экономическая жизнь», 1925, 5 сентября, № 202, стр. 4.

¹ Организация науки в первые годы Советской власти. (1917—1925). Сборник документов, стр. 339—340.

² В. Д. Бонч-Бруевич. В. И. Ленин и мир ученых. «Красная газета» (утренний выпуск), 1925, 6 сентября, № 203, стр. 4.

³ Подробно об этом см.: В. И. Ленин и М. Горький. Письма, воспоминания, документы. 2-е доп. изд. Изд-во АН СССР. М., 1961; Горький и наука. Статьи, речи, письма, воспоминания. Изд-во «Наука», М., 1964.

⁴ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 51, стр. 184.

⁵ Малый Совнарком был создан в декабре 1917 г. в целях разгрузки СНК. Он работал на правах комиссии СНК. Постановления Малого Совнаркома утверждались Председателем СНК.

⁶ Там же, стр. 263.

Примечание к протоколу V Экспертно-технической комиссии Академии Наук 20 (7) февраля 1918 года (к. § 17).

Протоколъ засѣданія Комиссіи, избранной Общимъ Собраніемъ для раз-
смотрѣнія вопроса о предложеніи Комиссаріата по Народному Просвѣ-
щенію относительно мобилизаціи русской науки. 19 (6) февр. 1918.

Подъ Предсѣдательствомъ Непременнаго Секретаря, академика С. Ф. Ольден-
бурга.

Присутствовали: Академики: А. А. Шахматовъ, А. С. Лаппо-Данилевскій,
М. А. Дьяконовъ, Н. И. Марръ, В. А. Стекловъ, Н. И. Ананусовъ, Е. О.
Карсній и профессоръ А. А. Кауфманъ.

Вынужденный срочно вѣзхать А. Е. Ферсманъ прислалъ записку по обсу-
ждавшемуся вопросу.

1. Непременный Секретарь доложилъ «Положенія къ проекту мобилизаціи
науки для нуждъ государственнаго строительства», подписанныя А. Г. Шахиро и
записку А. Е. Ферсмана съ разборомъ «Положеній».

2. После обсужденія сообщеннаго матеріала и обѣта мнѣній Комиссія, съ
незначительными измѣненіями, приняла предложенную академикомъ А. С. Лаппо-
Данилевскимъ формулу постановленія Академіи, которую Комиссія и предста-
вляетъ Общему Собранію.

«Россійская Академія Наукъ, главная цѣль которой — содѣйствовать развитію
научнаго творчества, давно уже занята разработкою научныхъ задачъ, тѣсно связан-
ныхъ съ благомъ Россіи: съ самаго времени ея основанія и по ея порученію цѣлый
рядъ академиковъ занималась изученіемъ Россіи, ея духовныхъ и матеріальныхъ
силъ. Академія все болѣе и болѣе расширяла эту свою работу, создавая въ специаль-
ныхъ Комиссіяхъ крупныя научныя объединенія специалистовъ, для планомернаго
ислѣдованія тѣхъ или другихъ важнѣйшихъ научныхъ вопросовъ; достаточно
указать на нѣкоторыя академическія Комиссіи: Постоянная Центральная Сѣми-
ческая Комиссія (1900), Магнитная (1908), Ломоносовскій Комитетъ (1916),
Комиссія по изученію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи (1915), Ко-
миссія для составленія діалектологическихъ картъ русскаго языка (1902), Комиссія

Рис. 2. Протоколъ засѣданія Комис-
сии, избранной Общимъ собраніемъ
Академии наукъ для рассмотренія во-
проса о предложеніи Комиссаріата
по народному просвѣщенію относи-
тельно мобилизаціи русской науки.
19(6) февр. 1918 г.

А. Е. Ферсман рассказывал: «В разговорах с делега-
цией, в которой мне пришлось участвовать, Владимир
Ильич приказывал «зубами» отстаивать интересы науч-
ной работы и считал, что в этом направлении сами уче-
ные должны проявить самодеятельность и инициативу...

С редкой интуицией схватывал Владимир Ильич истори-
ческие и социальные процессы: он поразительно улав-
ливал черты будущего развития и, когда еще в 1919 г.
мне пришлось с ним беседовать по вопросам организа-
ции научных сил, он подчеркнул, что ждет от русской
науки больших достижений, но при условии, если она
не будет отставать от народного хозяйства»¹.

27 января 1921 г. В. И. Ленин беседовал с М. Горьким,
вице-президентом Академии наук В. А. Стекловым, ее
непременным секретарем С. Ф. Ольденбургом и пре-
зидентом Военно-медицинской академии В. Н. Тонко-
вым. Судя по воспоминаниям М. Горького, С. Ф. Оль-
денбурга и В. Н. Тонкова, а также дневниковым запи-
сам В. А. Стеклова, Владимир Ильич говорил с ними о
выдающейся роли науки в строительстве нового обще-
ства, о необходимости распространения научных зна-
ний в широких народных массах. Много внимания
В. И. Ленин уделил вопросам материального обеспе-
чения исследований. Ученые смогли убедиться в том, что
глава Советского правительства заботился и об обору-
довании научных лабораторий, и о регулярном снабже-
нии библиотек новейшей литературой, и о подготовке

¹ «Петроградская правда», 1924, 27 января, № 22, стр. 7.

по изданию «Академической Библиотеки Русских писателей» (1908), Комиссия по сборнику «Русская Наука» (1917), Комиссия по изучению племенного состава населения России (1917).

Съ такой точки зрѣнія Академія Наукъ признаетъ желательнымъ дальнейшую организцію научной работы по тѣмъ задачамъ, которыя ближе всего касаются ея деятельности, въ тѣхъ формахъ, какія она, по мѣрѣ силъ, вырабатываетъ, съ привлеченіемъ къ участию въ научныхъ изслѣдованіяхъ русскихъ ученыхъ специалистовъ, какъ членовъ академическихъ Комиссій.

Академія полагаетъ, что значительная часть задачъ ставится самою жизнью и Академія всегда готова, по требованію жизни и государства, приняться за усиленную научную и теоретическую разработку отдѣльных задачъ, вытекающихъ изъ нуждъ государственнаго строительства, являясь при этомъ организующимъ и привлекающимъ ученые силы страны центромъ.

Сергій Ольденбургъ.

А. Шахматовъ.

А. Лаппо-Данилевскій

М. Дьяконовъ.

В. Стекловъ.

Н. Андрусовъ.

Е. Каревъ.

научной смены¹. «Владимир Ильич подробно расспрашивал нас о разных очередных работах, и видно было, как этот человек, на плечах которого лежала забота о таком гигантском строительстве, находил время думать и помнить о работе отдельных ученых, которой придавал особенное значение для нашего строительства»², — писал С. Ф. Ольденбург.

«Я лично, — закончил Владимир Ильич беседу, — глубоко интересуюсь наукой и придаю ей громадное значение. Когда вам что нужно будет, обращайтесь прямо ко

мне». Это обещание он сдержал много раз»¹, — рассказывал в 1926 г. С. Ф. Ольденбург. Свидетельство аналогичного содержания сохранилось в записной книжке В. А. Стеклова, относящейся к 1921 г.²

В тот же день, когда состоялась беседа В. И. Ленина с учеными, Председатель Совнаркома направил Н. П. Горбунову записку с указанием ускорить принятие декрета об обеспечении научной работы в стране; тогда же на письме Академии наук, содержащем просьбу о национализации бывшего имения А. А. Шахматова, он наложил резолюцию, предлагая в срочном порядке рассмотреть этот вопрос³. Вскоре в этом имении был организован дом отдыха для ученых.

¹ Рукопись доклада С. Ф. Ольденбурга о В. И. Ленине. Рукопись не имеет даты. Но ее содержание позволяет установить, что она была написана в начале 30-х годов. Архив АН СССР, ф. 208, оп. 1, № 242, л. 5.

² С. Ф. Ольденбург. Две встречи. «За социалистическую науку», 1934, 20 января, № 2, стр. 1.

¹ С. Ф. Ольденбург. Ленин и наука. «Научный работник», 1926, № 1, стр. 6.

² Архив АН СССР, ф. 162, оп. 3, № 46, л. 9.

³ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 52, стр. 56—57.

В ноябре 1921 г. В. И. Ленин принял ректора Петроградского горного института геолога Д. И. Мушкетова и других представителей вузов Петрограда. Встреча с Владимиром Ильичем произвела незабываемое впечатление на Д. И. Мушкетова. Рассказывая о ней, ученый писал: «В наиболее критический для жизни высших учебных заведений момент я от лица специально посланной питерскими вузами делегации излагал Владимиру Ильичу наши многочисленные тогда беды. Наша беседа длилась более получаса... Мы еле успевали отвечать на бесчисленные его вопросы, каждый из которых был проникнут живым интересом, бил прямо в цель и ставился ребром, вызывая такие же прямые ответы».

Такого поразительно быстрого схватывания сути дела я никогда не видел, и оно было тем удивительнее, что беседа происходила поздно вечером. Владимир Ильич тут же все заносил в записную книжку, и все им обещанное скоро стало осуществляться, выводя петроградские вузы из совершенно критического положения»¹.

В. И. Ленин и организация научных исследований

В поле зрения В. И. Ленина находилась деятельность как целых научных учреждений, так и работа многих отдельных ученых. При постоянной помощи Владимира Ильича быстро развивалась Нижегородская радиолaborатория, основанная в 1918 г.² 5 февраля 1920 г. В. И. Ленин писал руководителю Нижегородской радиолaborатории М. А. Бонч-Бруевичу: «Пользуюсь случаем, чтобы выразить Вам глубокую благодарность и сочувствие по поводу большой работы радиоизобретений, которую Вы делаете. Газета без бумаги и «без расстояний», которую Вы создаете, будет великим делом. Всяческое и всемерное содействие обещаю Вам оказывать этой и подобным работам»³.

Получив книгу К. А. Тимирязева «Наука и демократия. Сборник статей. 1904—1919 гг.» (М., 1920) с дарственной надписью автора, В. И. Ленин тепло приветствовал знаменитого ученого.

«Дорогой Климентий Аркадьевич! — писал В. И. Ленин 27 апреля 1920 г. — Большое спасибо Вам за Вашу книгу и добрые слова. Я был прямо в восторге, читая Ваши замечания против буржуазии и за Советскую власть. Крепко, крепко жму Вашу руку и от всей души желаю Вам здоровья, здоровья и здоровья!»⁴.

В. И. Ленин высоко оценивал заслуги Н. Е. Жуковского. 3 декабря 1920 г. В. И. Ленин подписал постановление

Совнаркома, согласно которому, в связи с 50-летием научной деятельности «отца русской авиации», улучшались материальные условия жизни ученого, учреждалась премия его имени за исследования по математике и механике, предполагалось издать труды Н. Е. Жуковского¹.

В. И. Ленин трогательно заботился о великом русском физиологе И. П. Павлове. 24 января 1921 г. Владимир Ильич подписал постановление Совнаркома «Об условиях, обеспечивающих научную работу академика И. П. Павлова и его сотрудников». В постановлении отмечались «совершенно исключительные научные заслуги академика И. П. Павлова, имеющие огромное значение для трудящихся всего мира». Совнарком признал необходимым отпечатать роскошным изданием труд И. П. Павлова, подводивший итоги его 20-летних исследований, улучшить снабжение продовольствием и жилищные условия ученого².

Отклоняя просьбу Шведского Красного Креста о переезде И. П. Павлова в Швецию, Владимир Ильич 2 февраля 1921 г. писал, что вступление Советской Республики в период интенсивного хозяйственного строительства «...требует напряжения всех духовных и творческих сил страны и делает необходимым эффективное содействие и сотрудничество таких выдающихся ученых, как профессор Павлов»³.

В. И. Ленин тщательно контролировал выполнение постановления Совнаркома «Об условиях, обеспечивающих научную работу академика И. П. Павлова и его сотрудников». «Владимир Ильич десятки раз проверял, оказана ли ему (И. П. Павлову. — А. К.) помощь, какая, нет ли каких препятствий, все ли сделано, что нужно, и очень бывал недоволен, когда замечал какое-нибудь упущение»⁴, — писал Н. П. Горбунов.

Постоянную поддержку В. И. Ленина ощущали ученые, которые занимались исследованием Курской магнитной аномалии⁵. 22 апреля 1922 г. для извлечения пули, оставшейся у Владимира Ильича под ключицей, его подвергли рентгенографии в Институте биофизики. Здесь академик П. П. Лазарев в течение часа рассказывал В. И. Ленину о работах по изучению Курской магнитной аномалии. Как писал Н. А. Семашко, Владимир Ильич «внимательно выслушал Петра Петровича, задавал ему, несмотря на усталость, много вопросов и в заключение просил его через меня периодически посылать краткие рапортики с указанием того, что сделано и какие затруднения надо преодолеть»⁶.

¹ Организация науки в первые годы Советской власти (1917—1925). Сборник документов, стр. 360—361.

² В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 42, стр. 262—263.

³ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 52, стр. 303.

⁴ Н. Горбунов. Ленин и научно-техническая работа. «Хочу все знать», 1924, № 1, стр. 9.

⁵ Подробно об этом см.: Курская магнитная аномалия. История открытия, исследования и промышленного освоения железорудных месторождений. Сборник документов и материалов. I. Белгородское книжное изд-во. Белгород, 1961, стр. 187—378.

⁶ Н. Семашко. Воспоминания о Ленине. М., Партиздат, 1933, стр. 18.

¹ «Петроградская правда», 1924, 27 января, № 22, стр. 7.

² Подробно об этом см.: Б. А. Остроумов. В. И. Ленин и Нижегородская радиолaborатория. История Лаборатории в документах и материалах. Изд-во «Наука». Л., 1967.

³ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 51, стр. 130.

⁴ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 51, стр. 185.

Из множества ленинских документов, касающихся организации работ по изучению Курской аномалии, приведем письмо В. И. Ленина, которое он 13 мая 1922 г. направил заместителю управляющего делами Совета Труда и Обороны В. А. Смольянинову: «Тов. Смольянинов,— писал В. И. Ленин.— Прошу Вас проверить, правильно ли передают мне частным образом, что академик Лазарев, давно работающий по Курской аномалии, обескуражен тем, что ему будто бы отказали во всякой денежной поддержке.

Узнайте, на какую сумму он рассчитывал и какая ему дана»¹.

В осуществление указаний В. И. Ленина средства, необходимые для изучения Курской аномалии, были отпущены.

В. И. Ленин оказывал широкое содействие И. М. Губкину, при активном участии которого создавались нефтяная и сланцевая промышленность, велось изучение Курской магнитной аномалии. В. И. Ленин встречался с И. М. Губкиным и переписывался с ним. 13 июля 1921 г. Владимир Ильич писал: «При свидании с Губкиным я просил его обращаться прямо ко мне, когда есть что важное»².

Как известно, в феврале 1920 г. была образована Государственная комиссия по электрификации России, которую возглавил Г. М. Кржижановский. В подготовке и осуществлении ленинского плана ГОЭЛРО участвовали И. Г. Александров, Б. Е. Веденеев, А. В. Винтер, Г. О. Графтио, Р. Э. Классон, К. А. Круг, М. А. Шателен и другие ученые и инженеры. Деятельность ученых-энергетиков была предметом особых забот В. И. Ленина, о чем свидетельствуют широко известная переписка Владимира Ильича с Г. М. Кржижановским, Р. Э. Классоном и многие другие ленинские документы. В. И. Ленин принимал А. В. Винтера и Г. О. Графтио. О встрече с В. И. Лениным, состоявшейся в 1918 г., Г. О. Графтио писал: «В июле 1918 г. я был у Владимира Ильича. Разговор продолжался несколько минут. Будем строить Волховскую станцию! Это были замечательные минуты. Я впервые увидел тогда гениального пролетарского вождя, видящего далеко впереди себя, бесстрашного и хладнокровного»³.

Среди многих ученых, которым помогал В. И. Ленин, был ихтиолог и океанолог Н. М. Книпович. Владимир Ильич оценивал Н. М. Книповича как «научную силу 1-го ранга»⁴. Из переписки В. И. Ленина с Н. М. Книповичем видно, что Председатель Совнаркома всегда поддерживал усилия ученого, направленные на организацию рыбных промыслов в стране. 3 сентября 1921 г. Владимир Ильич писал Н. М. Книповичу: «Уважаемый Николай Михайлович! Очень благодарю за подробное письмо от 6/VIII. Вы, конечно, следите за работой Главрыбы. Я Вас очень прошу присылать мне от

времени до времени заметки о ходе ее работ и практические предложения, если почему-либо их «тормозят» в Главрыбе»¹.

2 декабря 1922 г. В. И. Ленин принял Н. М. Книповича, который просил Председателя Совнаркома помочь в предоставлении парохода для организации научно-промысловой экспедиции Азовского моря. Владимир Ильич счел необходимым удовлетворить просьбу ученого. 3 декабря 1922 г. В. И. Ленин писал: «Надо поддержать его ходатайство о пароходе для Азовморя (записку прилагаю)»².

Впоследствии Н. М. Книпович рассказывал, что Владимир Ильич «с самым живым интересом отнесся к нуждам экспедиции и, не считая себя вправе единолично решать вопрос, дал делу ход: через несколько дней вопрос о предоставлении в распоряжение экспедиции парохода и средств на его приспособление и использование был решен утвердительно Советом Народных Комиссаров»³.

В. И. Ленин проявлял глубокий интерес к работам И. В. Мичурина. В ноябре 1922 г. он дал указание запросить Тамбовский губисполком и самого И. В. Мичурина о деятельности плодового питомника. Когда это указание было выполнено, В. И. Ленин поручил наркому земледелия В. Г. Яковенко представить справку о том, какая помощь была оказана И. В. Мичурину⁴.

Обращает на себя внимание, что Ленин был широко осведомлен о научных интересах очень многих ученых. Показателен следующий факт. В 1920 г. по инициативе В. И. Ленина стал готовиться Всемирный географический атлас. Когда В. И. Ленину были представлены материалы об атласе, он 25 июня 1921 г. письменно просил комиссию, готовившую атлас, дать заключение о возможности привлечь к этой работе Д. Н. Анучина и А. А. Борзова⁵.

В библиотеке Владимира Ильича в Кремле находятся труды В. И. Вернадского, Л. С. Берга, В. Н. Ипатьева, П. П. Лазарева, Е. Н. Павловского, В. И. Палладина, Д. Н. Прянишникова, К. И. Скрябина, К. А. Тимирязева, А. Е. Ферсмана, Л. А. Чугаева и других ученых. Многие ученые посылали В. И. Ленину свои труды с теплыми дарственными надписями. «Глубокоуважаемому Владимиру Ильичу Ленину от К. Тимирязева, считающего за счастье быть его современником и свидетелем его славной деятельности»⁶,— такую дарственную надпись сделал К. А. Тимирязев на уже упоминавшейся книге «Наука и демократия». Среди книг ленинской библио-

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 53, стр. 166—167.

² Там же, т. 54, стр. 315.

³ Н. М. Книпович. Новейшие научные работы в Азовском и Черном морях. «Научный работник», 1925, кн. 2, стр. 76.

⁴ Э. Б. Генкина. О ленинских методах вовлечения интеллигенции в социалистическое строительство, «Вопросы истории», 1965, № 4, стр. 28; «Исторический архив», 1961, № 5, стр. 59, 61.

⁵ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 52, стр. 291.

⁶ Библиотека В. И. Ленина в Кремле. Каталог. Изд. Всесоюзной книжной палаты. М., 1961, стр. 401, 403.

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 54, стр. 257.

² В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 53, стр. 26.

³ Г. О. Графтио. Встречи. В кн.: Воспоминания о В. И. Ленине, т. 2, Госполитиздат. М., 1957, стр. 164.

⁴ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 53, стр. 166.

теки — труды Комиссии по изучению естественных производительных сил России, в частности, две работы, посвященные почвам и растительности Астраханского края. На обложках этих книг имеется дарственная надпись: «Владимиру Ильичу от главного редактора академика А. Е. Ферсмана»¹.

С каким глубоким уважением и любовью относились ученые — современники В. И. Ленина — к Владимиру Ильичу! Как высоко ценили они ленинскую заботу о науке!

Президент Академии наук акад. А. П. Карпинский в 1928 г. писал: «Строя новую жизнь, осуществляя величайший в мире социальный переворот, борясь за новое Советское государство... Ленин не переставал думать о культурном строительстве и научном росте. С большим вниманием, с исключительной заботливостью относился он к науке и ученым. Всем известны факты его непосредственного вмешательства в вопросы, касающиеся научного строительства; вероятно, многие знают уже и о том, как много содействовал он нашей Академии наук в ее стремлении поставить и развить исследовательскую работу... И в этой всегдашней помощи науке, в этих заботах — одна из крупнейших заслуг Владимира Ильича»².

Выдающиеся деятели отечественной науки характеризуют В. И. Ленина как величайшего ученого, теоретические труды и практическая деятельность которого оказали и оказывают огромное влияние на судьбы человечества.

Выступая в январе 1935 г. на заседании, посвященном памяти В. И. Ленина, Н. И. Вавилов говорил, что Владимир Ильич «был глубочайшим практиком и в то же самое время был величайшим теоретиком... Читая и перечитывая Ленина, каждый из нас имеет возможность общаться с учителем. В этом огромная сила Ленина; учение Ленина для всех останется незыблемо... это учение открыло совершенно исключительные перспективы в полном смысле, беспредельный простор для творчества и работы»³.

Глубокая благодарность Владимиру Ильичу прозвучала в речи академика С. Ф. Ольденбурга на первом заседании II съезда Советов СССР (январь 1924 г.). «Через всю нашу жизнь — и старых и молодых, — говорил С. Ф. Ольденбург, — прошел великий человек, и поэтому в сознании каждого из нас жизнь представилась и богаче, и ярче, и сильнее, ибо та жизнь, которая создает таких великих людей, есть действительно сильная, могучая и прекрасная жизнь»⁴.

В. И. Ленин — великий друг ученых и организатор науки

в Советской республике. Благодаря заботам В. И. Ленина уже в первые послереволюционные годы были заложены прочные основы для быстрого роста отечественной науки в последующее время. Выдающиеся, признанные всем миром достижения советской науки — яркое свидетельство жизненности замечательных ленинских традиций бережного отношения к ученым и всемерной поддержки научных исследований — традиций, которые развивает и приумножает Коммунистическая партия Советского Союза.

УДК 300.126

Книжные новинки

ФИЛОСОФИЯ, ПСИХОЛОГИЯ

Ананьев Б. Г. Человек как предмет познания. Л. Изд-во ЛГУ, 1968, 339 стр., ц. 1 р. 38 к.

Бачманов В. С. Методологические вопросы формальной логики. Отв. ред. И. Я. Чупахин. Л., Изд-во ЛГУ, 1969, 112 стр., ц. 47 к.

Братко А. А. Моделирование психики. Отв. ред. Е. И. Бойко. М. «Наука», 1969, 173 стр. (Акад. наук СССР), ц. 67 к.

Готт В. С. Ленинское научное предвидение и современность. М., «Знание», 1969, 95 стр. (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Естествознание и религия», № 2—3. К 100-летию со дня рождения В. И. Ленина). ц. 12 к.

Гносеологические проблемы формализации. Отв. ред. Д. П. Горский и др. Минск, «Наука и техника», 1969, 268 стр. (АН БССР. Ин-т философии и права), ц. 1 р. 8 к.

Кедров Б. М. В. И. Ленин и методологические вопросы истории науки. М., «Знание», 1969, 56 стр. (В помощь лектору. К 100-летию со дня рождения В. И. Ленина), ц. 11 к.

Лурия А. Р. Маленькая книжка о большой памяти. (Ум мнемониста). М., Изд-во МГУ, 1968, 88 стр., ц. 20 к.

Нарский И. С. Проблема противоречия в диалектической логике. Изд-во МГУ, 1969, 181 стр., ц. 73 к.

➤ Проблемы формального анализа систем. Сб. статей. Под ред. А. И. Уемова и В. Н. Садовского. М., «Высшая школа», 1968, 170 стр. (Одесский гос. ун-т), ц. 92 к.

¹ Библиотека В. И. Ленина в Кремле. Каталог. Изд. Всесоюзной книжной палаты. М., 1961, стр. 406, 407.

² Архив АН СССР, ф. 2, оп. 1—1928, № 25, л. 52.

³ Архив АН СССР, ф. 349, оп. 1—1933, № 30, лл. 195—196.

⁴ «Правда», 1924, 31 января, № 24, стр. 4.

Проблемы высокотемпературной сверхпроводимости

Академик В. Л. Гинзбург



Виталий Лазаревич Гинзбург, лауреат Ленинской и Государственной премий, заведует сектором теоретического отдела Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР; автор более 200 научных статей и монографий: «Сверхпроводимость» (1946), «Распространение электромагнитных волн в плазме» (1-е издание в 1960 г., 2-е — в 1967 г.), «Происхождение космических лучей» (совместно с С. И. Сыроватским, 1963), «Кристаллооптика с учетом пространственной дисперсии» (совместно с В. М. Аграновичем, 1965). В. Л. Гинзбургу принадлежат важные результаты в теории эффекта Вавилова — Черенкова, теории сверхпроводимости и сверхтекучести, теории магнитотормозного излучения и в теории происхождения космических лучей

Когда обсуждают будущее энергетики, то в первую очередь упоминают проблему управляемых термоядерных реакций. Спора нет, это направление, действительно, является самым важным в плане далеких перспектив и решения кардинальных задач энергетики. Существует, однако, и другая грандиозная по своему возможному энергетическому и техническому значению физическая проблема, остающаяся до сих пор несколько в тени. Речь идет о создании высокотемпературных сверхпроводников.

Сама постановка такой задачи не может считаться новой, но потраченные для ее решения усилия еще совершенно неадекватны характеру вопроса и его потенциальной важности. Если термоядерным синтезом и физикой плазмы занимаются целые институты и огромные лаборатории в разных странах мира, то поиски высокотемпературных сверхпроводников производились пока что лишь одиночками или маленькими группками. Разумеется, в вопросах науки, как подчеркивал еще Галилей, мнение одного бывает дороже мнения тысячи. Дело, однако, в том, что проблема высокотемпературной сверхпроводимости представляется нам находящейся сейчас в такой фазе, когда необходимы очень трудоемкие и разносторонние исследования с использованием самых совершенных методов. Поэтому подлинного успеха, даже если он достижим в принципе, быть может, и нельзя

добиться, пока капризная «научная мода» не поможет сконцентрировать на вопросе о высокотемпературной сверхпроводимости достаточное внимание.

В настоящей статье хотелось бы пояснить, в чем же заключается проблема высокотемпературной сверхпроводимости и каковы надежды и прогнозы в этой области. Чтобы это сделать в расчете на людей, далеких от физики твердого тела и низких температур¹, нам придется сначала остановиться на самом явлении сверхпроводимости и причинах, ограничивающих его технические применения.

Сверхпроводимость (общие замечания)

Сверхпроводимость занимает в физике не только очень важное, но и весьма своеобразное место. Достаточно сказать, что природа сверхпроводимости была выяснена лишь в 1957 г. — через 46 лет после открытия этого явления (сверхпроводимость была открыта на примере ртути в 1911 г. голландским физиком Камерлинг-Оннесом). В наше время подобная «долгоживучесть» научной загадки является редкостью. Но главное при оценке роли сверхпроводимости заключается, конечно, не в этом, а в своеобразии свойств, которыми обладают сверхпроводники. Важнейшее их свойство, нашедшее отражение в самом названии явления, состоит в том, что постоянный

Статья входит в подготавливаемый к печати 3-й выпуск ежегодника «Будущее науки» (Изд-во «Знание», 1969). Публикуется с согласия редакции ежегодника.

¹ Подробнее с состоянием проблемы высокотемпературной сверхпроводимости можно ознакомиться по статье автора в журнале «Успехи физических наук» (май, 1968, т. 95, стр. 91).

ток течет по сверхпроводнику, не испытывая никакого сопротивления. Точнее, сверхпроводимость у данного металла наблюдается только при известных условиях, а именно, если температура сверхпроводника ниже некоторой критической температуры T_K , а сила тока и напряженность магнитного поля также ниже критических значений I_K и H_K (значения I_K и H_K зависят от температуры T и стремятся к нулю при приближении T к критической температуре T_K).

Существование критических значений T_K , I_K и H_K как раз и ограничивает технические применения сверхпроводимости. Если бы таких ограничений не было, то сверхпроводимость буквально царила бы в электротехнике и радиотехнике. В самом деле, в линиях электропередач, в трансформаторах, электромоторах, радиоприемниках и телевизорах, словом, практически везде, где течет ток, используются обычные (нормальные) проводники — обычные в том смысле, что они обладают отличным от нуля электрическим сопротивлением и, следовательно, нагреваются при прохождении через них тока. Соответствующие потери на нагревание, во-первых, довольно значительны сами по себе и, следовательно, заметно снижают коэффициент полезного действия электрических машин, электропередач и различной аппаратуры. Во-вторых, нагревание обычных проводников при прохождении по ним тока в ряде случаев порождает дополнительные технические трудности и ограничения, связанные с необходимостью отводить тепло во избежание перегрева или просто-напросто разрушения (расплавления) проводников.

Очевидно, таким образом, что, обладая мы подходящими сверхпроводящими материалами, они почти везде заменили бы обычные проводники. Это дало бы колоссальный экономический эффект и вместе с тем позволило бы создать целый ряд приборов, более легких, компактных и надежных, чем существующие. Вместе с тем еще недавно, лет десять назад, использование сверхпроводящих материалов резко лимитировалось и в

связи с небольшим значением максимальной известной критической температуры T_K , и в силу сравнительно небольших значений критического поля H_K . Так, для первого открытого сверхпроводника — ртути, значение $T_K = 4,1^\circ \text{K}$, для свинца $T_K = 7,3^\circ \text{K}$. В 1954 г. было обнаружено, что сплав (интерметаллическое соединение) ниобия с оловом (Nb_3Sn) обладает особенно высокой критической температурой $T_K = 18,1^\circ \text{K}$ (при некотором изменении состава сплава и его обработке это значение удастся повысить на две-три десятых градуса). Лишь в 1967 г. удалось обнаружить материал с более высоким значением $T_K \approx 20^\circ \text{K}$; им оказался сплав, состоящий из соединений ниобия с алюминием и германием.

Между тем даже жидкий воздух в обычных условиях имеет температуру около 78°K (-195°C). Чтобы работать при температурах ниже 20°K , нужно использовать жидкий водород или, в основном, жидкий гелий (при атмосферном давлении эти жидкости кипят соответственно при $20,4$ и $4,2^\circ \text{K}$). Следовательно, для использования явления сверхпроводимости необходимо работать в настоящее время при весьма низкой температуре, и это очевидным образом и весьма решительно лимитирует технические применения сверхпроводников. Что же касается упомянутого ограничения, связанного с небольшими значениями критического поля H_K , то они сейчас уже преодолены. Если недавно использовались лишь сверхпроводники с полем H_K , достигающим тысяч гаусс, то теперь известны и освоены материалы со значением H_K , достигающим сотен тысяч гаусс. В результате созданы и все шире применяются легкие и очень сильные сверхпроводящие магниты. Такие сверхпроводящие магниты являются сейчас важнейшим объектом, где сверхпроводимость находит техническое применение. Очевидно, что сфера их применения неизмеримо расширилась бы и их значение колоссально возросло, если бы удалось создать высокотемпературные сверхпроводники, т. е. сверхпроводники с критической температурой T_K , достигающей хотя бы тем-

пературы жидкого воздуха, а еще лучше — комнатной температуры¹.

Каковы перспективы решения этой проблемы? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно раньше всего понять, почему для известных сверхпроводников критическая температура не превосходит 20°K . Здесь дело явно идет о самой природе явления, а не просто о том, что мало металлов и сплавов «проверили на сверхпроводимость». Напротив, нет, наверно, ни одного известного сплава, не говоря уже о металлических элементах, которые не были бы проверены с этой точки зрения. В то же время сейчас уже можно, и это считается довольно общепризнанным, дать ответ на вопрос о природе своеобразного предела для T_K , достигающего примерно $30\text{—}40^\circ \text{K}$. Правда, это стало возможным только после 1957 г., когда американские физики Бардин, Купер и Шриффер (для сокращения — БКШ) впервые построили теорию сверхпроводимости, в которой критическая температура T_K связывается с характеристиками самого металла².

Сверхпроводимость (природа явления)

Явление сверхпроводимости, как оказалось, возникает в тех случаях, когда электроны в металле притягиваются друг к другу. Возможность такого притяжения и не тривиальна и, в какой-то мере, неожиданна. В са-

¹ В настоящее время считается, что термоядерные реакторы могут быть построены только с использованием сверхпроводящих магнитов (это, правда, не касается некоторых проектов реакторов, в которых энергия выделяется только в течение очень коротких интервалов времени). Если высокотемпературные сверхпроводники не будут найдены, то в термоядерных реакторах придется применять гигантские сверхпроводящие магниты (поля — до $100\text{—}200$ килогаусс, диаметр — до нескольких метров), охлаждаемые жидким гелием.

² Не нужно думать, что до 1957 г. теории сверхпроводимости вообще не существовало. Напротив, в этом направлении уже имелся целый ряд результатов, многие из которых сохранили и сейчас свое значение. Однако описание свойств сверхпроводников достигалось с использованием их параметров (таких, как T_K и H_K), которые брались из опыта. Сама же природа сверхпроводимости оставалась неясной или, во всяком случае, не была надежно установлена. Теория БКШ не только позволила с уверенностью сказать, что механизм сверхпроводимости действительно ясен, но и впервые привела к установлению связи между T_K и параметрами металла, как это объяснено в тексте.



Рис. 1. Распределение электронов по импульсам p в основном состоянии (при $T = 0^\circ K$); ϵ — энергия электронов; n — число электронов с данным импульсом; ϵ_F — энергия Ферми

мом деле, со школьных лет все знают закон Кулона, согласно которому одноименные заряды отталкиваются друг от друга с силой, обратно пропорциональной квадрату расстояния между зарядами. Поэтому два электрона должны отталкиваться, что, конечно, и осуществляется, если мы возьмем два изолированных электрона. Положение может измениться, однако, если электроны находятся в среде, т. е. вблизи от рассматриваемых электронов присутствуют в большом количестве также другие электроны и ионы (ионизированные атомы). В таких условиях, действительно, некоторые электроны в металле (при учете всех других частиц, составляющих металл) могут притягиваться.

Мы говорим «некоторые электроны» не случайно. Дело в том, что притяжение, если оно вообще имеет место, относится только к части электронов в металле и, вообще говоря, к очень небольшой их части. Конкретно речь идет об электронах с самой большой энергией¹, находящихся вблизи так называемой энергии Ферми ϵ_F .

При абсолютном нуле ($T = 0^\circ K$) в несверхпроводящем металле все электроны проводимости имеют энергию ϵ , меньшую или равную ϵ_F (рис. 1). Правда, по классической фи-

зике все частицы при $T = 0$ должны были бы покоем, и, следовательно, если не учитывать их взаимодействия, энергия Ферми ϵ_F равнялась бы нулю. Но фактически электроны подчиняются носящему квантовый характер принципу Паули, согласно которому в состоянии с данным импульсом (импульс свободной частицы равен произведению ее массы на скорость) не может находиться больше двух электронов. В результате электроны при $T = 0$ занимают самые низкие (в энергетическом смысле) возможные места, вплоть до энергии ϵ_F (из сказанного ясно, что энергия ϵ_F тем выше, чем больше электронная концентрация). Только электроны с энергией, близкой к энергии Ферми, реально участвуют в проводимости. Естественно в этой связи, что притяжение лишь между этими электронами необходимо для возникновения сверхпроводимости. Если такое притяжение существует, то электроны с противоположным направлением импульса как бы слипаются, образуя «пары» электронов. Чтобы разорвать такую «пару», нужно затратить некоторую энергию Δ . В таком «спаренном» состоянии электроны не могут рассеиваться на примесях, вкрапленных в металл, или на неоднородностях, возникающих в металле в результате теплового движения (в последнем случае можно говорить о рассеянии на тепловых колебаниях решетки). Между тем электрическое сопротивление обусловлено именно рассеянием электронов при их упорядоченном движении, связанном с переносом электрического тока. Потому-то при «спаривании» и вызванном этим обстоятельством исчезновении рассеяния электросопротивление обращается в нуль и возникает сверхпроводимость.

Для тех читателей, которые знакомы с явлением сверхтекучести жидкого гелия, хотелось бы сделать дополнительные пояснения. Появление сверхтекучести представляет собой отражение так называемой бозе-эйнштейновской конденсации, которую претерпевают частицы, подчиняющиеся статистике Бозе — Эйнштейна. Такими частицами (бозонами) являются атомы гелия и вообще все ча-

стицы с целым спином; электроны же имеют полуцелый спин — собственный момент количества движения, измеренный в квантовых единицах, — и так же, как другие частицы с полуцелым спином (фермионы), подчиняются принципу Паули, о котором уже упоминалось. Бозоны, в отличие от фермионов, все могут находиться в состоянии с одним и тем же импульсом, для них это даже более «выгодно». В результате в газе или жидкости, которые состоят из бозонов, эти последние при достаточно низкой температуре в большом количестве скапливаются на самом нижнем энергетическом уровне и образуют «конденсат», обладающий нулевым импульсом. Появление такого конденсата и приводит к сверхтекучести системы (например, жидкого гелия)¹. Как можно видеть, сверхпроводимость имеет родственную природу и представляет собой как бы сверхтекучесть электронных «пар», образовавшихся в металле. Каждая такая «пара» обладает целым спином, ибо образована из двух электронов с полуцелым спином (конкретно электронные «пары» в сверхпроводящих металлах, как и атомы гелия, имеют спин равный нулю). Таким образом, «пары» являются бозонами и претерпевают «конденсацию», а сверхтекучесть этого конденсата и есть сверхпроводимость.

Так или иначе, для возникновения сверхпроводимости необходимо, чтобы появилось притяжение между электронами (с энергией ϵ , близкой к ϵ_F), приводящее к их «спариванию». При этом критическая температура T_K — порядка энергии «спаривания» или, как говорят, ширины щели в энергетическом спектре, равной Δ (энергию Δ здесь измеряем в градусах)². Основной количествен-

¹ Для возникновения сверхтекучести нужно, конечно, чтобы вещество оставалось жидким (т. е. не перешло в твердое состояние). Гелий удовлетворяет этому условию, так как даже при $T = 0$ затвердевает только под давлением большим 25 атм. Заметим также, что речь идет об изотопе гелия He^4 , подчиняющемся статистике Бозе. Редкий изотоп гелия He^3 подчиняется статистике Ферми, и жидкий He^3 не сверхтекут.

² Напомним, что при измерении энергии в эргах нужно умножить энергию, измеряемую в градусах, на постоянную Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-16}$ эрг/градус, (т. е. Δ (эрг) = $k\Delta^\circ$ (в градусах K)). Средняя кинетическая энергия молекулы в газе, например в воздухе, равна $\frac{3}{2}kT$.

¹ См. «Природа», 1968, № 5, стр. 22 и 1969, № 3, стр. 15.



Рис. 2. Взаимодействие между электронами, обусловленное влиянием кристаллической решетки, можно рассматривать как результат непрерывного обмена фононами. Каждый электрон испускает фонон, который поглощается другим электроном

ный результат теории БКШ состоит в установлении формулы для критической температуры T_K :

$$T_K = \Theta e^{-\frac{1}{g}} \text{ (формула БКШ)}$$

Здесь $e = 2,72$, Θ — некоторая характеристическая температура¹ и g — постоянная, пропорциональная силе притяжения между электронами. Очевидно, значение T_K тем выше, чем больше параметры Θ и g . При больших g температура T_K достигает температуры Θ , и, например, при $g = 1/2$ температура $T_K = \Theta e^{-2} = 0,135 \Theta$.

Теперь мы можем объяснить, почему для известных сверхпроводников не достигается высокая критическая температура. Дело в том, что во всех известных случаях, или по крайней мере в большинстве из них, притяжение между электронами, приводящее к сверхпроводимости, обусловлено взаимодействием электронов с колебаниями кристаллической решетки. Выше уже упоминалось о том, что рассеяние электронов на этих колебаниях и служит одним из механизмов электрического сопротивления. Вообще же электроны при своем движении в кристалле (в данном случае — металлическом кристалле) порождают или, если угодно, возбуждают колебания решетки.

¹ Физический смысл Θ таков: $k\Theta$ есть та область энергий вблизи энергий Ферми E_F , в которой электроны притягиваются друг к другу и в силу этого «слипаются» в пары.

И, наоборот, если решетка колеблется, то эти колебания могут воздействовать на электрон, рассеивая его или сообщая ему энергию. На квантовом языке колебания кристаллической решетки можно рассматривать как совокупность соответствующих квантов, называемых фононами. Здесь имеется далеко идущая, хотя и не полная, аналогия со случаем света и вообще электромагнитного излучения. При классическом подходе свет представляет собой электромагнитные волны (колебания); с квантовой же точки зрения свет состоит из фотонов. Читатели, вероятно, уже знакомы с квантовыми представлениями о природе света и колебаний кристаллической решетки. Во всяком случае, мы лишены возможности останавливаться здесь на этом вопросе подробнее.

Пользуясь квантовой терминологией, можно, таким образом, сказать, что электрон в твердом теле при определенных условиях способен порождать фононы, а также их поглощать и рассеивать. Рассмотрим теперь два электрона. Тогда может иметь место такой процесс: один из электронов испускает фонон, а другой — его поглощает (этот процесс символически показан на рис. 2). В результате электроны действуют один на другой, т. е. существует некоторое силовое взаимодействие между ними. Так вот, это взаимодействие, вызванное обменом фононами, в известных условиях отвечает притяжению. Кроме того, действует также и кулоновское отталкивание между двумя рассматриваемыми электронами, хотя и ослабленное из-за присутствия всех других частиц (электронов и ионов), образующих металл. Если это кулоновское отталкивание сильнее «фононного» притяжения, то металл является нормальным (несверхпроводящим). Если же притяжение преобладает над отталкиванием, т. е. суммарным эффектом оказывается притяжение, то, в согласии со сказанным выше, металл при достаточно низкой температуре становится сверхпроводником. Тепловое движение в металле, возрастающее с ростом температуры, разрывает электронные «пары», и при температурах T больших T_K

сверхпроводник уже ведет себя так же, как нормальный металл.

Желательно, разумеется, как-то пояснить, почему обмен фононами приводит к притяжению между электронами. К сожалению, сделать это «на пальцах», не прибегая ни к каким расчетам, не так-то легко. Ограничимся только одним простым замечанием. Представим себе какую-то массу m , прикрепленную к двум пружинкам и могущую двигаться вдоль направления пружинки при их растяжении и сжатии (рис. 3). Если вывести массу из положения равновесия и затем отпустить, то она будет колебаться с некоторой «собственной» частотой ν_0 . Подействуем теперь на массу некоторой переменной внешней силой, обладающей частотой ν (сила действует в том же направлении, что и сила натяжения пружинки). Тогда легко убедиться (либо на опыте, либо в результате расчета), что смещение массы под действием силы может происходить как в направлении этой силы, так и в противоположном направлении. Последнее произойдет, если частота силы ν больше собственной частоты ν_0 . Таким образом, ясно, что под действием переменной силы упругая система (масса на пружинке!) может двигаться в направлении, обратном направлению действия силы в тот же момент времени, т. е. может двигаться в противофазе по сравнению с силой. Конечно же, это следствие инерции системы (массы на пружинке). Электрон, находящийся в металле, оказывает воздействие на упругую систему (кристаллическую решетку) и может порождать колебания в этой решетке, т. е. порождать фононы. Если колебания решетки, а конкретно сдвиг составляющих ее ионов, находятся в противофазе с действующей силой, то воздействие этих колебаний на другой электрон также может оказаться в противофазе с силой, с которой первый электрон действовал бы на второй в отсутствие среды. Без воздействия среды электроны отталкиваются; в ее присутствии они, в силу сказанного, могут в известных условиях также и притягиваться.

Следуя известному совету не пытаться



Рис. 3. Масса m , прикрепленная к двум пружинкам и могущая двигаться вдоль их направления. Частота колебаний зависит только от величины массы и упругих свойств пружин

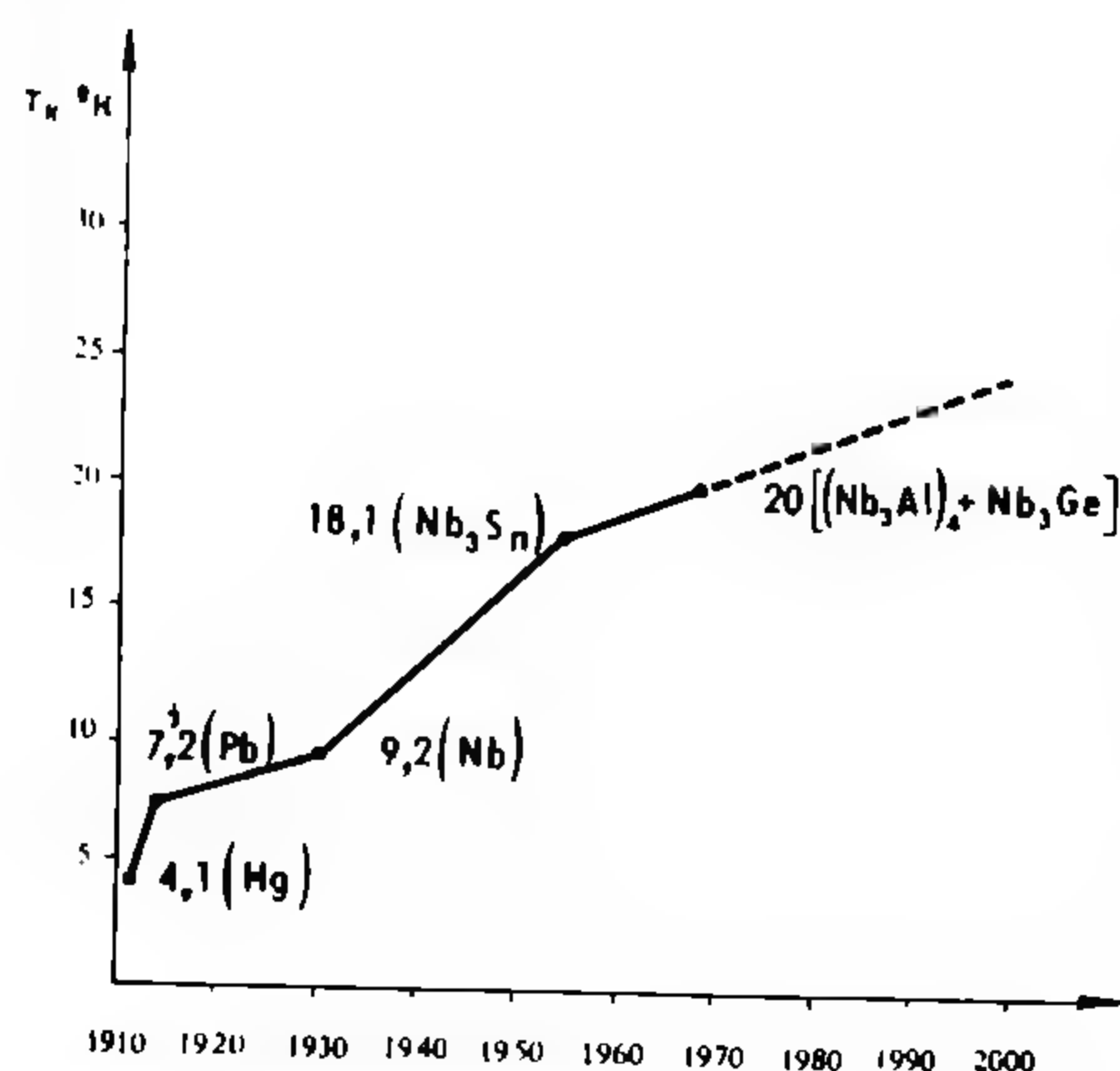


Рис. 4. Шуточный график, показывающий наивысшую достигнутую критическую температуру сверхпроводимости в зависимости от времени. При экстраполяции этой кривой можно «предсказать», что к 2000 г. будут найдены сверхпроводники с $T_k \sim 25^\circ \text{K}$

ся «объять необъятное», не будем развивать эти соображения. В плане настоящей статьи достаточно сослаться на то, что обмен фононами может приводить к притяжению между электронами, а такое притяжение может обусловить появление сверхпроводимости. Особенно же важно для нас то обстоятельство, что фононы в металле и вообще в твердом теле могут иметь лишь ограниченную энергию. Энергия фонона пропорциональна его частоте ν (т. е. частоте отвечающего фонону колебания в кристалле). Частота фононов ν , в свою оче-

редь, не превосходит значений $\nu_{\text{макс}}$ порядка 10^{13} герц¹. В энергетических единицах это значит, что энергия фононов не превосходит нескольких сотен градусов². Такая максимальная энергия, измеренная в градусах, получила название дебаевской температуры и обычно обозначается символом Θ_D . Как оказывается, в формуле БКШ (см. выше) в качестве температуры Θ в «обычном» сверхпроводнике фигурирует как раз дебаевская температура Θ_D (точнее, $\Theta = A\Theta_D$, где A — множитель порядка единицы; для простоты здесь и ниже в аналогичных случаях положим $A = 1$). Кроме того, постоянная g в формуле БКШ в случае сверхпроводимости, обусловленной обменом фононами, не может, по крайней мере в простейших случаях, превосходить значения $g = 1/2$ (опыт свидетельствует о том, что во всех известных случаях постоянная g еще несколько меньше). Так мы и приходим к выводу, что максимальная критическая температура $T_{k \text{ макс}}$ не может превосходить $20 \div 40^\circ \text{K}$ (обычно $\Theta_D \sim 100 \div 300^\circ \text{K}$; уже при $g = 1/3$ $T_k = \Theta_D e^{-3} = 0,05\Theta_D \approx 25^\circ \text{K}$ даже для $\Theta_D \sim 500^\circ \text{K}$).

Численная оценка, приведенная выше, довольно груба. На ее основании нельзя, например, гарантировать невозможность существования «обычных» сверхпроводников (в смысле фононного механизма притяжения между электронами в этих материалах) с $T_k \approx 50^\circ \text{K}$. Вместе с тем даже достижение значений $T_k \approx 25^\circ \text{K}$ было бы большим шагом вперед, ибо это позволяло, вероятно, широко использовать вместо жидкого гелия значительно более дешевый жидкий водород (температура кипения жидкого водорода при атмосферном давлении составляет $20,4^\circ \text{K}$). Несомненно поэтому, что дальнейшие попытки найти «обычные» сверхпроводники с более высокими критическими темпе-

¹ Частота $\nu_{\text{макс}} \sim U/a$, где U — скорость звука (в твердом теле $U \sim 3 \cdot 10^5$ см/сек) и $a \sim 3 \cdot 10^{-8}$ см — постоянная кристаллической решетки (волны с длиной меньше a распространяться в кристалле не могут). Напомним также, что частота ν в герцах просто равна числу колебаний в секунду.

² Энергия фонона $\epsilon_{\text{фонон}} = h\nu$, где постоянная Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-27}$ эрг · сек. Таким образом, максимальная энергия $\epsilon_{\text{фонон.макс}} = h\nu_{\text{макс}} \sim 5 \cdot 10^{-14}$ эрг, или в градусах $\epsilon_{\text{фонон.макс}} = h\nu_{\text{макс}}/k \sim 500^\circ \text{K}$.

ратурами, чем известная, вполне оправданы и в известном отношении даже перспективны. Вероятно, «перебраться» в область водородных температур на таком пути действительно удастся. Этот вывод можно подкрепить шуточным рис. 4, на котором достигнутые значения T_k отложены в зависимости от времени. Пользоваться подобными графиками для прогнозов можно, конечно, только для высмеивания наукообразия. Но общий вывод о том, что «обычные» сверхпроводники не могут быть высокотемпературными (T_k больше $70 \div 100^\circ \text{K}$), представляется вполне серьезно обоснованным.

Не означает ли это, что проблемы высокотемпературной сверхпроводимости вообще не существует?

О высокотемпературной сверхпроводимости

Подобный вывод о невозможности создания высокотемпературных сверхпроводников был бы, во всяком случае, совершенно преждевременным. На самом деле ситуация сложнее и интереснее: проблема высокотемпературной сверхпроводимости далеко не решена и даже сама возможность ее положительного решения отнюдь не доказана, но не доказано и обратное. Более того, все же есть вполне определенная надежда, что высокотемпературные сверхпроводники могут быть созданы, и эта задача тем самым становится одной из самых актуальных и интересных в современной физике.

Действительно, выше мы отнюдь не «закрыли» возможности появления больших значений T_k . Было пояснено лишь, что притяжение между электронами, носящее фононный характер (обмен фононами), не может быть слишком большим. Конкретно в этом случае характерная температура Θ в формуле БКШ — порядка дебаевской температуры Θ_D , которая для металлов не превосходит сотен градусов. Но не может ли притяжение между электронами быть эффективнее за счет каких-то других механизмов взаимодействия? Вот, по сути дела, в чем заключается основной вопрос.



Рис. 5. Сверхпроводящий «сэндвич». Между двумя слоями диэлектрика расположен тонкий слой металла (заштрихован). Находящиеся в металле электроны обмениваются экситонами через диэлектрик

Четкий и окончательный ответ на него еще не получен. Но если говорить о теории, и к тому же о нестрогой теории, то можно указать даже на несколько «нефононных» механизмов сверхпроводимости.

Один из этих механизмов, представляющийся нам самым важным, можно назвать электронным или экситонным. Идея здесь такова. Помимо фононов электроны в кристалле способны испускать и поглощать другие «частицы», отвечающие различным колебаниям, которые могут существовать в кристалле. К числу таких колебаний относятся экситоны (точнее, экситоны электронного типа), представляющие собой кванты колебаний, или волн, в которых основную роль играет не решетка кристалла (т. е. не составляющие решетку ионы), а сами электроны. Обмен экситонами,

так же как обмен фононами, может приводить к притяжению между электронами. Однако максимальная энергия экситонов достигает тысяч и даже десятков тысяч градусов. Именно эта максимальная энергия (точнее, отвечающая ей температура $\theta = \frac{\epsilon_{\text{экс. макс.}}}{k}$)

фигурирует в формуле БКШ при экситонном механизме притяжения между электронами. При $\theta \sim 3000^\circ \text{K}$, очевидно, $T_K \sim 3000 e^{-1/g} \sim 150^\circ \text{K}$ уже при $g = 1/3$.

Здесь сразу же возникает много вопросов. Почему такой случай экситонной сверхпроводимости еще не наблюдался? Какие условия благоприятствуют появлению экситонной сверхпроводимости? Где и как ее искать?

На первый вопрос, как мне кажется, можно ответить. Фононы существуют всегда, в любой решетке, в любом теле — они ведь представляют собой колебания решетки. Экситоны несравненно более «капризны». Слабозатухающие экситоны появляются лишь в довольно специальных условиях, их частоты весьма ограничены и т. п. Кроме того, для наблюдения сверхпроводимости со сколько-нибудь высокой температурой нужно, чтобы обусловленное экситонами притяжение оказалось достаточно сильным (т. е. чтобы параметр g не оказался слишком малым: например, уже при $g = 1/7$ и $\theta = 3000^\circ \text{K}$ температура $T_K = \theta e^{-7} \simeq 3^\circ \text{K}$). Отсюда ясно, что на экситонную сверхпроводимость трудно наткнуться случайно, что ее нужно искать и, следовательно, создавать благоприятные для этого условия. Если бы мы уверенно знали такие условия, проблема высокотемпературной сверхпроводимости была бы решена. Но она не решена (повторяем это еще раз), и никто не может надежно указать, где же нужно искать экситонную сверхпроводимость. Но возможность существования высокотемпературной сверхпроводимости никто опровергнуть не может. Это значит, что ее можно и нужно упорно искать.

Предложено несколько направлений и путей для поисков гипотетической

высокотемпературной экситонной сверхпроводимости. Один из них, казалось бы самый простой, состоит в создании металла с подходящей электронной структурой. Согласно расчетам, особенно подробно проведенным Б. Т. Гейликманом (1965, 1966), можно предложить модели металла, в которых взаимодействие между электронами проводимости обусловлено присутствием других электронов, расположенных ближе к ядрам атомов. Однако, как и почти во всех других известных случаях в теории твердого тела, точность этих расчетов не так велика, чтобы гарантировать реальность выбранной модели. Другое направление было предложено в 1964 г. американским физиком В. Литтлом и анализировалось у нас и за границей рядом авторов¹. Здесь речь идет о создании длинных сверхпроводящих молекул (цепочек, или полимеров), причем притяжение между электронами в цепочке обусловлено примыкающими к ней молекулярными «отростками», или боковыми цепочками. Работа Литтла привлекла к себе большое внимание. Использованная им модель, однако, как сейчас уже может считаться доказанным, вообще не приводит к сверхпроводимости. Дело в том, что в одномерных структурах (цепочках), если бы в них появилась сверхпроводимость, ее было бы легко разрушить за счет «разрыва» сверхпроводящей цепи хотя бы в одном месте. Тепловое движение (тепловые флуктуации) всегда будет осуществлять такой разрыв. Отсюда ясно, что с точки зрения получения высокотемпературной сверхпроводимости даже квазиодномерная структура (цепочка)² при заданной силе притяжения между электронами менее выгодна, чем трехмерная или двумерная структура. С другой стороны, в идее Литтла привлекательной была возможность обеспечить действие электронного (экситонного)

¹ «Природа», 1965, № 10, стр. 2.

² Мы имеем здесь в виду цепочки конечной длины или совокупность длинных параллельных нитей, расположенных «близ друг от друга». Существуют нитевидные (нитеобразные) химические соединения, которые как раз подобны такой совокупности проводящих нитей, разделенных диэлектриком (т. е. непроводящими или, точнее, слабопроводящими прослойками).

механизма притяжения между электронами проводимости за счет боковых цепей, структуру и свойства которых в известных пределах можно регулировать. Как мне кажется, все эти преимущества сохраняются и в модели «сэндвича», о которой пойдет речь ниже.

В 1963 г. мы с Д. А. Киржницем обратили внимание на большой интерес, который представляла бы двумерная (поверхностная) сверхпроводимость. В этом случае явление сверхпроводимости должно иметь место только в поверхностном слое кристалла. Если бы сверхпроводимость такого типа удалось наблюдать, а это отнюдь не исключено для не слишком больших поверхностей, то это было бы важно и интересно даже в низкотемпературном варианте. Но еще заманчивее попытаться осуществить сверхпроводимость на поверхности или в тонком металлическом слое, обеспечивая дополнительное притяжение между электронами за счет взаимодействия их с электронами в покрывающей поверхность (или, лучше, металлическую пленку) неорганическом диэлектрике, органическом полимере или любой непроводящей среде. Такой вариант я и пытаюсь пропагандировать уже несколько лет. Опыты с целью выяснить влияние диэлектрических покрытий на критическую температуру T_K уже проводились и проводятся в ряде стран. В некоторых случаях было даже получено заметное повышение T_K , но в целом ясности в этом вопросе нет — он остается открытым. Последнее не вызывает особого удивления, поскольку интенсивного исследования роли диэлектрических покрытий в контролируемых и «чистых» условиях еще не проводилось. Ситуация же здесь оказывается весьма деликатной, так как резкого повышения T_K можно ожидать только в очень благоприятном случае. Наиболее обещающей, с этой точки зрения, мне представляется система типа «сэндвича», т. е. система диэлектрик — тонкая металлическая пленка — диэлектрик (рис. 5). Толщина металлической пленки d должна быть так мала, как это только возможно без нарушения проводи-

мости¹. Видимо, оптимальное значение $d \sim 1 \div 3 \cdot 10^{-7}$ см = 10—30 Å. Диэлектрик должен примыкать к пленке без малейших зазоров; пленка должна быть к нему буквально «приварена».

Наконец, очень существенен выбор самого диэлектрика. Он должен быть таким, чтобы в нем могли распространяться, или хотя бы существовать, подходящие экситоны, испускаемые электронами проводимости в пленке. Речь идет, конечно, именно о тех экситонах, которыми обмениваются электроны в пленке, что приводит к их притяжению. Даже в самых благоприятных практически достижимых условиях сила взаимодействия между электронами в «сэндвиче» может, однако, оказаться недостаточной для существенного повышения T_K (это будет происходить, если параметр g окажется меньшим, скажем, $1/6$ или $1/5$). В этой связи необходимо учитывать, что известно и другое перспективное направление — использование «слоистых» или «нитеобразных» химических соединений², в которых проводящие («металлические») слои или нити как бы погружены в слабопроводящую (диэлектрическую) матрицу. В случае подобных слоистых соединений, мы имеем дело как бы со стопками «сэндвичей» (проводящие слои чередуются с непроводящими или, точнее, со слабопроводящими слоями). В таких условиях можно надеяться, что проводящие слои будут особенно тонкими (это уже атомные слои) и параметр g возрастет, но, с другой стороны, контролировать структуру и свойства слоистых и нитевидных соединений, вообще говоря, значительно сложнее, чем параметры «сэндвичей».

¹ Здесь речь не обязательно идет об обычных металлах. Важно лишь, чтобы пленка обладала отличной от нуля проводимостью при $T \rightarrow 0$. Именно такая проводимость (неисчезающая при сколь угодно низкой температуре) называется металлической. Помимо «обычных» металлов металлической проводимостью обладает целый ряд полупроводников с добавленными к ним примесями (такие и родственные им вещества иногда называют вырожденными полупроводниками или полуметаллами).

² Как уже упоминалось, нитевидные соединения в принципе менее перспективны, чем слоистые соединения. Это, однако, еще не дает оснований их игнорировать.

Принесет ли успех исследование «сэндвичей» или «слоистых», а также «нитевидных» соединений? Или проблема высокотемпературной сверхпроводимости будет решена на каком-либо ином пути? Или, наконец, она вообще не будет решена в силу причин, которых мы еще не знаем? Только будущее даст ответ на эти вопросы. Сейчас ясно одно: нужно искать высокотемпературную сверхпроводимость и искать ее упорно. В случае успеха любые затраченные для этой цели усилия будут щедро вознаграждены, ибо высокотемпературные сверхпроводники могли бы буквально совершить переворот в технике.

УДК 537.312.62

Избранное семейство трансуранов

Гленн Т. Сиборг
Председатель Американской
комиссии по атомной энергии

Как выяснилось за последнее время, трансураны — эти искусственно синтезируемые элементы, более тяжелые, чем уран, — могут быть использованы для самых разнообразных целей. В связи с этим сейчас разрабатываются программы их массового производства. Я попытаюсь обрисовать здесь увлекательные перспективы, открывающиеся в этой области, о которых еще несколько лет назад никто не думал.

Все одиннадцать элементов с атомными числами от 93 до 103 были вначале синтезированы и идентифицированы в ничтожных микроколичествах. Три последних из этих элементов — менделеевий (номер 101), нобелий (номер 102) и лоуренсий (номер 103) — были открыты в результате экспериментов, производившихся с чрезвычайно малыми образцами вещества, в которые входили считанные атомы. Так будет, по-видимому, обстоять дело и для элементов более тяжелых, чем лоуренсий.

Открытие каждого из элементов с атомными числами от 93 до 99 сопровождалось в дальнейшем также выделением их в весомах макроколичествах. В частности, совсем недавно в Беркли Кеннингемом и его сотрудниками был получен образец эйнштейния, видимый невооруженным глазом. Если поставить вопрос о промышленном производстве этих изотопов, то, как мне кажется, можно высказать надежду, что в скором времени такие изотопы, как плутоний-238 и кюрий-244, будут изготавливать тоннами, а более тяжелые изотопы, вплоть до калифорния, — килограммами или сотнями граммов.

Судя по периодам полураспада более тяжелых элементов, лишь один из них, эйнштейний (номер 99), по-видимому, удастся получать в количествах, пригодных для практического использования. Следует, однако, отметить, что недавно были открыты сравнительно долгоживущие изотопы 100-го и 101-го элементов — фермий-257 (период полураспада 95 суток) и менделеевий-258 (период полураспада 54 дня).

Если кому-нибудь мой оптимизм покажется чрезмерным, то я могу напомнить об истории работ с плутонием: хотя его химические свойства изучались на образцах весом всего лишь 10^{-12} г, а первые образцы, поддающиеся взвешиванию, составляли микрограммы, сейчас можно довольно уверенно предсказать, что не позже чем через несколько лет он будет производиться сотнями тонн. Таким образом, переходный коэффициент в этом случае равен 10^{20} — величина, привычная, скорее, для астрофизика, чем для химика!

Процессы поглощения нейтронов в ядерных реакторах, начинающиеся с образования плутония, приводят затем к таким типичным изотопам, как плутоний-242, америций-243 и кюрий-244. Интенсивное функционирование энергетических ядерных реакторов позволит получать в недалеком будущем большие количества америция-243 и кюрия-244. В реакторах другого типа путем нейтронного облучения будут получаться значительные количества и остальных изотопов трансуранов (их выходы, однако, уменьшаются по мере увеличения массового числа). На таблице приведены вытекающие из этих со-

ображений цифры, характеризующие предполагаемое производство этих изотопов в ближайшие годы. Среди них особую роль играет изотоп нептуний-237, предшествующий плутонию-238. К счастью, он возникает в ядерных реакторах из урана как побочный продукт. Этот долгоживущий альфа-излучатель (период полураспада 2 млн лет) в настоящее время извлекается в США из отработанного топлива ядерных реакторов Комиссии по атомной энергии. Две частные компании собираются извлекать этот изотоп также из отработанного топлива энергетических ядерных реакторов. Если наши представления о темпах роста ядерной энергетики справедливы, то можно ожидать, что к 1975 г. таким образом будет производиться 200 кг, а к 1980 г. — 500 кг нептуния-237 ежегодно.

Плутоний-238 производится в США путем облучения нептуния-237 тепловыми нейтронами в ядерных реакторах Американской комиссии по атомной энергии. Америций-241 представляет интерес и сам по себе и как исходное вещество для получения изотопов с более высокими массовыми числами; он возникает при бета-распаде плутония-241, который присутствует в плутонии, образующемся в реакторах.

Прекрасным свидетельством того, какие возможности таятся в трансуранах, является их использование в качестве источников тепла для систем преобразования энергии.

Возьмем для примера такой типичный альфа-излучатель, как плутоний-238. Его период полураспада со-

Т а б л и ц а

Перспективные цифры промышленного производства трансуранов в США.

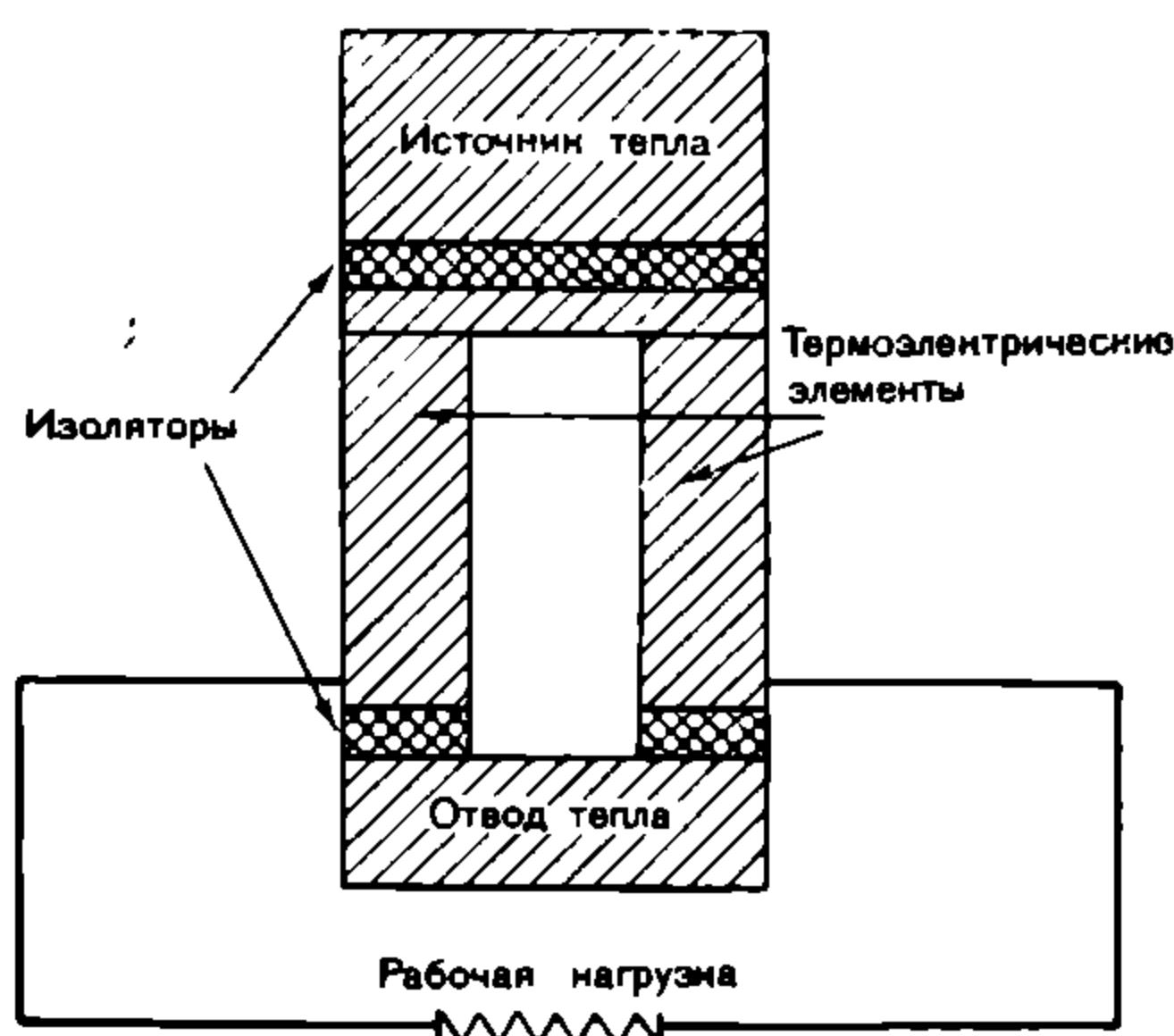
Элемент	Атомный номер	Главные изотопы	Ежегодная продукция, г	
			1975 г.	1980 г.
нептуний (а)	93	237	$2 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$
плутоний (а)	94	239	$1 \cdot 10^7$ (б)	$3 \cdot 10^7$ (б)
америдий (а)	95	241, 243	$7 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^5$
кюри (а)	96	244	$3 \cdot 10^3$ (в)	$3 \cdot 10^4$ (в)
берклий (г)	97	249	10^{-1}	
калифорний (г)	98	252	1	
эйнштейний (г)	99	253, 254, 255	10^{-2}	
фермий (г)	100	257	10^{-11}	

Примечания к таблице: (а) учитывается продукция лишь от гражданских энергетических реакторов США; (б) это число учитывает и изотопы с более высокими массовыми числами, чем указанные здесь; (в) это число учитывает также небольшое количество изотопов с более высокими массовыми числами; (г) это число учитывает продукцию лишь от Окриджского реактора

ставляет 90 лет, что равносильно начальной скорости выделения энергии, равной приблизительно половине ватта на грамм чистого изотопа. Таким образом, в течение десяти лет один грамм этого изотопа дает около 42 000 вт-ч энергии. Для того чтобы получить такое же количество энергии химическим путем, необходимо было бы затратить, например, 3300 г бутана в смеси с 12 000 г кислорода. Отношение между массами обычного и ядерного топлива составляет, таким образом, в этом случае примерно 15 000.

Но, конечно, никто не будет применять радиоизотопы, чтобы получать тепло для кухонных газовых горелок, плиток или газосварочных аппаратов. Радиоизотопы очень дороги по сравнению с обычным химическим топливом. Тем не менее их использование в некоторых случаях целесообразно, о чем свидетельствует, например, такой факт: для получения того количества энергии, о котором только что шла речь, необходимо было бы нагромоздить в энергосистеме два огромных баллона со сжатым бутаном и кислородом. В то же время эту энергию дает один грамм плутония-238, занимающего в виде окисла объем лишь в одну десятую кубического сантиметра.

Решение вопроса о том, целесообразно ли использование радиоизотопов в качестве источников тепловой энергии, зависит, однако, не только от цены этих источников, их веса и занимаемого ими объема. Значительную роль играют также сложные технические и экономические проблемы, связанные с тем, как осуществляется



преобразование тепловой энергии в механическую или электрическую, которые и используются в большинстве случаев (потребность в собственной тепловой энергии, создаваемой радиоизотопами, возникает весьма редко). Особое внимание уделялось и уделяется следующим типам энергопреобразующих систем: динамической, термоэлектрической и термоионной.

К «динамическим» я отношу схемы, в которых используются термодинамические циклы. Машины, работающие на основе этих циклов, характеризуются многократным введением рабочих газа или жидкости в некоторый замкнутый объем. Типичными их примерами являются паровоз и двигатели внутреннего сгорания. Коэффициент преобразования энергии в таких системах определяется температурными пределами, реализующимися в термодинамическом цикле, и теоретически может составлять примерно 50%. Однако на прак-

Рис. 1. Схема термоэлектрического генератора, использующего эффект Зеебека между полупроводниками, к которым добавлены примеси, вызывающие образование в них свободных электронов и «дырок»

тике достижение такого коэффициента весьма затруднительно.

Более современным оказывается метод термоэлектрического преобразования энергии (рис. 1), использующий эффект Зеебека на примесных полупроводниках. Преимущество этого метода заключается в том, что он дает возможность преобразовывать тепловую энергию в электрическую, не используя при этом систем с движущимися частями. Величина достигаемого таким образом коэффициента преобразования также ограничена термодинамическими соображениями и в существующих установках составляет 5—10%.

Термоионный способ преобразования энергии основан на том же принципе, который лежит в основе действия вакуумных диодов: электроны испускаются в результате разогрева металлической нити, и таким образом создаются полезный ток и напряжение. Для разогревания нити может быть использована, в частности, тепловая

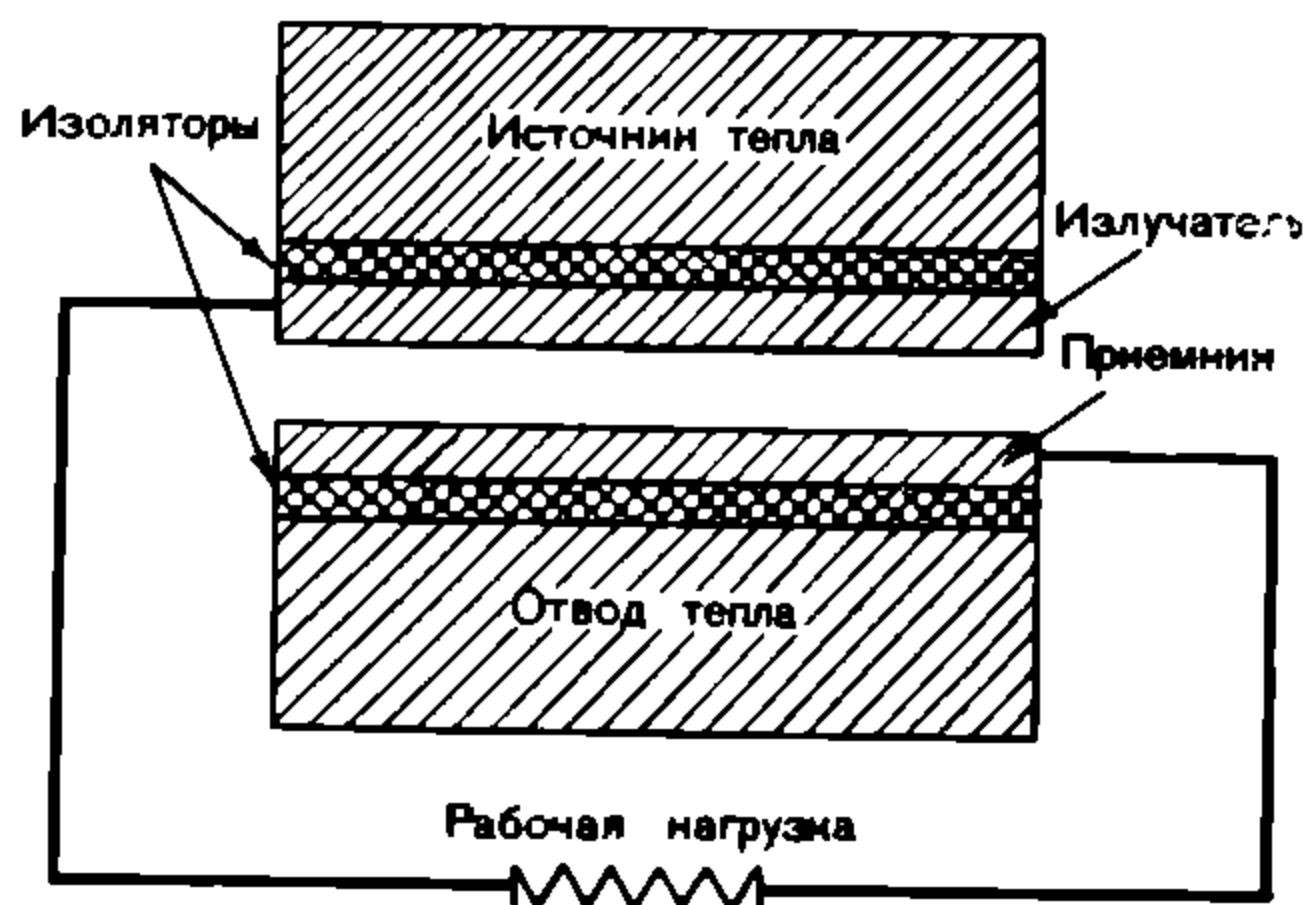


Рис. 2. Термоионный преобразователь, в котором электроны испускаются нагретой поверхностью

энергия, выделяемая радиоизотопами (рис. 2). Этот метод также не требует использования систем с движущимися частями, а получаемые с его помощью коэффициенты преобразования вдвое превосходят достигаемые в термоэлектрических установках.

Исследования по усовершенствованию всех трех упомянутых способов преобразования тепловой энергии, создаваемой радиоизотопами, сталкиваются со следующей общей трудностью: для увеличения коэффициента преобразования в этих системах их нужно приспособлять для возможно более высоких температур. Поэтому значительная часть усилий, затрачиваемых на разработку радиоизотопных источников энергии, приходится на долю исследований, связанных с изготовлением и испытаниями высокотемпературных материалов.

В настоящее время Американская комиссия по атомной энергии затрачивает примерно 35 млн долларов в год на разработку радиоизотопных источников энергии. Такие затраты могут быть оправданы только тем, что в ближайшее время они будут применяться в условиях, где существующие химические источники энергии, например батареи, непригодны. Каковы же эти применения? Позвольте мне классифицировать их в зависимости от требований, предъявляемых к источникам энергии. Во-первых, иногда требуется тепловая энергия радиоизотопов сама по себе. Возьмем, например, искусственный спутник Земли, снабженный электронным оборудованием, которое должно работать при затрудняющих его нор-

мальное функционирование очень низких температурах, близких к абсолютному нулю. Использовать для обогрева этого оборудования электроэнергию, получаемую в таких условиях очень сложными способами, было бы просто дико. И тут приходит на помощь маленький и вместе с тем абсолютно надежный радиоизотопный источник тепла, единственный недостаток которого состоит в том, что его нельзя включать и выключать.

Надежный источник тепла, рассчитанный на длительное действие и предназначенный для кондиционирования температуры, а также для восстановления и повторного использования воды, может понадобиться и для космического корабля с людьми на борту. Работа над такой использующей радиоизотопы системой, которая представляется очень привлекательной в техническом и экономическом отношениях, в настоящее время близка к завершению (рис. 3).

Следующая категория применений радиоизотопов относится к источникам электроэнергии. Такого рода приборы (типа SNAP¹) уже использовались на спутниках, т. е. в околоземном пространстве. В некоторых из них, впрочем, источниками тепла служат не трансураны, а более дешевые продукты деления урана. Преобразование энергии в этих системах осуществляется термоэлектрическим способом.

¹ Сокращение SNAP означает «Space Nuclear Auxiliary Power», т. е. космическая ядерная вспомогательная энергосистема. (Прим. ред.)

Я хочу упомянуть здесь и о трех новых энергосистемах, работа над которыми сейчас завершается и которые, несомненно, ожидают блестящее будущее. Один из таких приборов представляет собой источник электроэнергии на 50 вт, состоящий из пары термоэлектрических генераторов, заряженных плутонием-238 (SNAP-19). Он был установлен на запущенном недавно метеорологическом спутнике Земли «Нимбус Б» (рис. 4). Второй пример относится к программе «Аполлон», согласно которой космонавты, высадившиеся на Луне, должны будут оставить там научную аппаратуру с термоэлектрическим преобразователем электроэнергии SNAP-27, также заряженным плутонием-238, но в других отношениях отличающимся от приборов данного типа. Упомяну, наконец, об устройстве, которое будет иметь очень малые размеры — в наш век миниатюризации приборов это не должно вызывать удивления.

Речь идет о разрабатываемом в настоящее время датчике ритма для сердца. В используемых сейчас приборах этого типа, которые предназначены для электростимулирования деятельности сердечной мышцы, в качестве источников энергии применяются химические батареи, что ограничивает срок действия приборов двумя-тремя годами. Использование радиоизотопных источников энергии продлит этот срок до десяти лет и, таким образом, позволит, по-видимому, производить смену датчиков ритма через более длительные промежутки времени. Источник электроэнергии такого типа обладает мощностью около 160 мквт. Масса используемого в нем изотопа плутония-238 составляет всего лишь 300 мг. Можно предполагать, что потребность в подобных датчиках будет составлять до 10 000 в год.

К следующей категории можно отнести приборы для получения механической энергии. Достаточно привести лишь один пример — разрабатываемый в настоящее время в Институте сердца США механический помощник сердца, призванный при сердечной недостаточности помогать ему перекачивать кровь или (про-

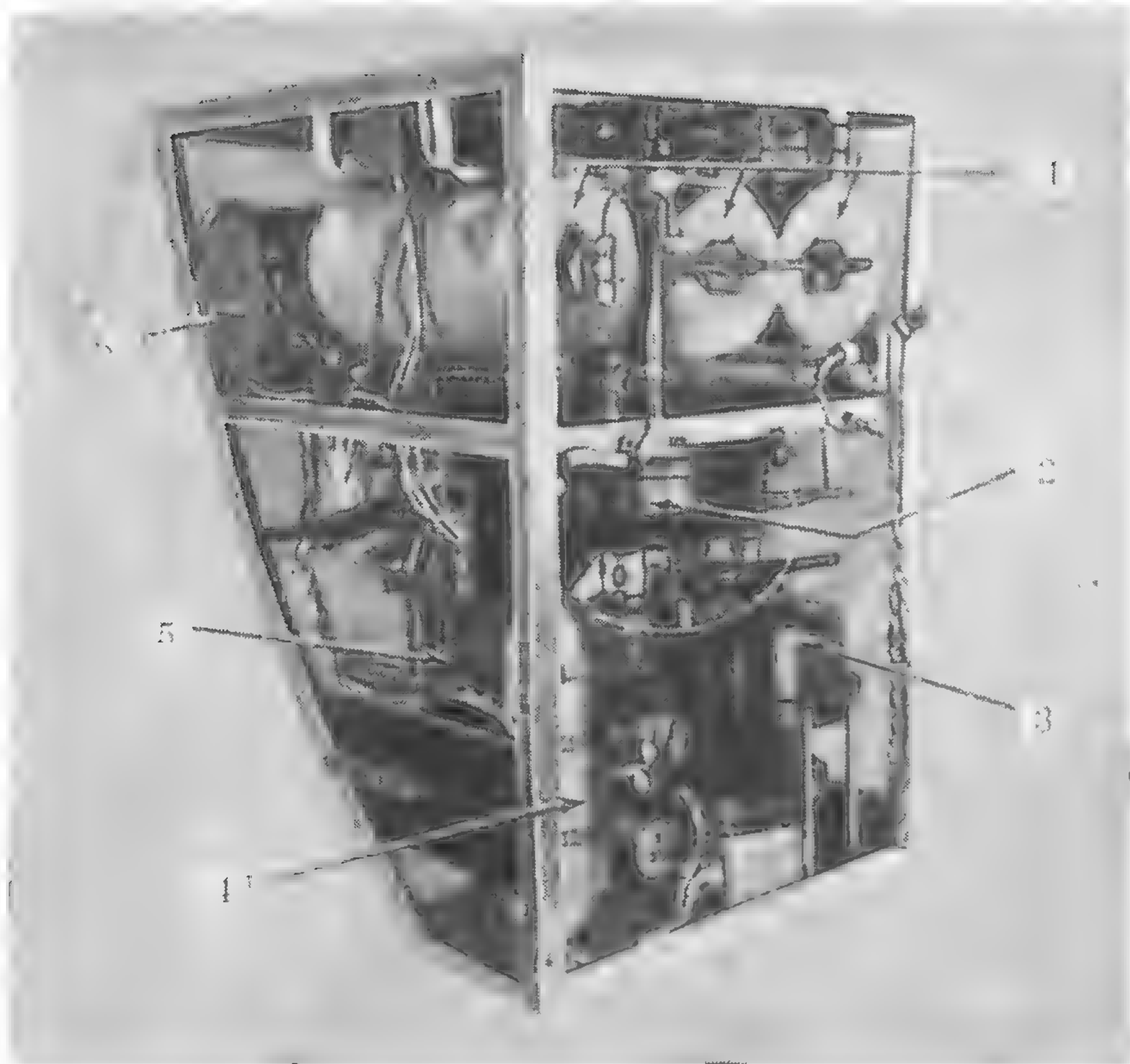


Рис. 3. Система для восстановления воды в космическом корабле, использующая энергию от источника с плутонием-238: 1 — резервуар, накапливающий воду; 2 — испаритель; 3 — сепаратор; 4 — накопитель твердых отходов; 5 — накопитель мочи; 6 — пиролизический узел

грамма-максимум) в случае необходимости полностью заменять его. (Это будет, несомненно, одним из самых замечательных применений ядерной энергии.)

В качестве источника энергии для такого искусственного сердца, установленного в груди человека, радиоизотопы обладают особыми преимуществами. Сейчас считается, что для этой цели лучше всего подходит плутоний-238, надлежащим образом очищенный для того, чтобы снизить интенсивность излучения используемого образца. Создаваемое радиоизотопным источником тепло должно превращаться с помощью какого-нибудь «динамического» преобразователя в механическую энергию и, таким образом, способствовать перекачивающей работе сердца. Как показали опыты на животных, излишки тепла, остающиеся после преобразования, по-видимому, будут безболезненно рассеиваться в теле человека. Чтобы поддерживать нормальную деятельность сердца, подобный прибор

должен обладать мощностью, не превышающей 7 вт.

Трансурановые элементы обладают привлекательными особенностями не только как источники энергии, но также как источники различных излучений. Например, америций-241, испускающий альфа-частицы в течение длительного времени, хотя и со слабой интенсивностью (период полураспада 433 года), является в то же время источником гамма-лучей с энергией 60 кэв, возникающих в 35% случаев альфа-распада. Эти гамма-лучи обладают как раз той энергией и, следовательно, той проникающей способностью, которая требуется для установок, измеряющих толщины материалов и уровни жидкостей.

Гамма-лучи от америция-241 отличаются еще и той особенностью, что они способны эффективно возбуждать электронные оболочки атомов элементов, относящихся к середине периодической системы. Это позволяет устанавливать присутствие таких элементов и измерять их концентра-

ции по испускаемому ими рентгеновскому излучению. В настоящее время доктором Паулем Хоффером из Аргонского госпиталя для исследования рака изучается такое неожиданное применение америция-241, как измерение количества иода в щитовидной железе. Этот метод может, по-видимому, дополнить или заменить широко используемую в настоящее время для этой цели технику, основанную на измерении концентрации радиоактивного иода. Новый метод позволяет значительно уменьшить долю радиации, получаемой пациентом.

Некоторые из трансурановых изотопов являются альфа-излучателями, которые легко получать в больших количествах и которые именно по этой причине представляют научно-технический интерес. Среди них можно отметить плутоний-239, плутоний-238, америций-241, кюрий-242 и, что неожиданно, эйнштейний-254, каждый из которых уже использовался для одной или нескольких из следующих перечисленных ниже целей: получение нейтронов по реакции (α , n) пу-

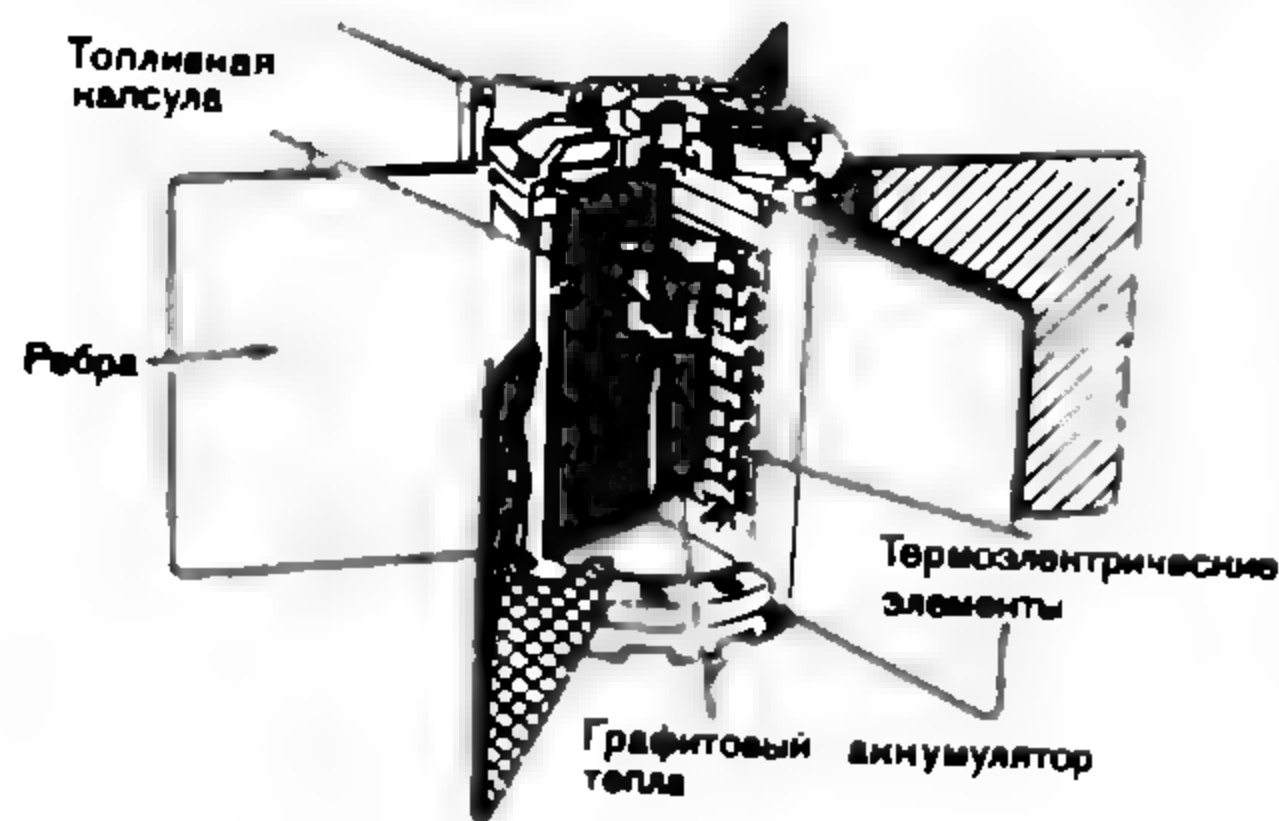


Рис. 4. Одна из двух энергетических систем SNAP-19, установленных на метеорологическом спутнике Земли «Нимбус Б». В ней используется образец с плутонием-238 и термоэлектрические элементы типа Pb — Te. На фотографии справа показана эта система, приготовленная для испытаний, воспроизводящих условия в космическом полете



тем бомбардировки таких элементов, как бериллий; химический анализ, подобный описанному выше методу регистрации вторичных рентгеновских лучей; исследование физических свойств вещества, например толщины или плотности, с помощью измерения поглощения или обратного рассеяния альфа-частиц.

С некоторой долей личной гордости я хочу отметить, что первыми из радиоизотопов, использованных во внешнем пространстве (на Луне), были изотопы двух трансурановых элементов — кюрий-242 и эйнштейний-254. Кюрий-242 с периодом полураспада 162 дня служил источником альфа-частиц для оборудования, находившегося на «Сервейере-V», с помощью которого был произведен первый химический анализ лунной поверхности. Для этой цели использовался прибор, регистрировавший рассеянные альфа-лучи и протоны, возникающие при реакции типа (α , p). (Эйнштейний-254 был установлен

вблизи детекторов альфа-частиц для их калибровки на энергию 6,44 Мэв.)

В отношении дальнейших перспектив использования трансуранов в качестве источников излучений мне хотелось бы отметить, что я с большим интересом ожидаю результатов исследования калифорния-252. В ближайшие годы этот изотоп будет производиться в количествах, составляющих по крайней мере граммы. Поэтому представляется, что уже сейчас стоит поразмыслить над его использованием в больших масштабах: ведь этот изотоп является уникальным по своей интенсивности источником нейтронов. Он распадается, в частности, путем спонтанного деления и поэтому испускает в триста раз больше нейтронов на один альфа-распад, чем лучшие нейтронные источники, использующие реакцию (α , n). Образец с этим изотопом может служить, таким образом, не менее интенсивным источником нейтронов, чем ядерный реактор, занимая при

этом небольшой объем. Отмечу некоторые из его возможных применений.

Как известно, нейтронное облучение стало одним из обещающих методов лечения раковых заболеваний. К настоящему времени медикам-исследователям уже переданы аппликаторы, имеющие форму игл и содержащие по несколько микрограммов калифорния-252. Использование таких игл удобно и экономично, так как благодаря им можно избежать транспортировки пациентов к реакторным или ускорительным установкам — гора приходит к Магомету.

Наряду с известными рентгенографическими методами и гамма-лучевой радиографией значительными возможностями обладает также нейтронография. Можно ожидать, что ее использование окажется полезным для медицинских или биологических целей и для анализа структур толстых слоев тяжелых материалов. Ис-

точники, использующие калифорний-252, должны быть более удобными в этом отношении для применения в полевых и лабораторных условиях, чем реакторы или генерирующие нейтроны ускорители. Следует, однако, отметить, что проблема детектирования нейтронов с такими энергиями, которые они получают при делении, до сих пор не получила полного решения.

Поскольку речь зашла о нейтронных источниках с большой интенсивностью, можно вспомнить и о проводившихся в прошлом экспериментах, в которых исследовалось влияние на экологию окружающей местности мощных нейтронных потоков, испускаемых ядерными реакторами, лишенными радиационной защиты, а также об экспериментах по измерению ослабления нейтронных потоков в защитах разного типа. Источник с калифорнием-252 может использоваться для этих целей вместо реактора или ускорителя.

При геофизической разведке нефти и воды применяется наряду с другими методами также нейтронный каротаж. В этих исследованиях может, очевидно, найти применение и америций-241 (генерирование нейтронов по реакции (α, n) , например, на бериллии) и калифорний-252 как интенсивные и притом компактные источники нейтронов.

Остановлюсь, наконец, на применениях, совершенно отличных от описанных выше. Помимо плутония в качестве топлива для ядерных реакторов могут использоваться — этот факт отмечается весьма редко — также другие искусственно изготовленные изотопы. Вполне можно представить себе, например, реакторы на тепловых нейтронах, работающие на таких изотопах, как америций-242 с периодом полураспада 152 года или кюрий-245 с периодом полураспада 9300 лет, которые получают во все возрастающих количествах. Можно предвидеть также использование для этой цели калифорния-249 с периодом полураспада 360 лет и калифорния-251 с периодом полураспада 800 лет. Было обнаружено, что сечения

деления тепловыми нейтронами для этих изотопов очень велики; соответственно критические массы изготовленных из них реакторов должны быть весьма малыми. Кажется вероятным, что такие миниатюрные реакторы с очень небольшим количеством ядерного топлива когда-нибудь найдут важные применения.

Более близким, однако, представляется использование в качестве ядерного топлива смесей изотопов, например плутония-239 в сочетании с другими его изотопами, один из которых играет роль поглотителя нейтронов, становясь, таким образом, делящимся материалом. Конкретным примером может быть смесь плутония-239, делящегося плутония-240 и делящегося плутония-241 (ядерное топливо «Феникс», изучавшееся, в частности, Тихоокеанской северо-западной лабораторией, США), с помощью которой можно в принципе сконструировать реактор, способный развивать почти постоянную мощность в течение очень длительного времени. Этот факт может оказаться очень важным для будущих применений ядерных реакторов.

Таким образом, перспективы практических использований трансурановых элементов — а как мы видели, в этом отношении открываются все новые горизонты — представляются очень увлекательными.

В заключение хочу обратить внимание еще на одну проблему из этой области, которая остается нерешенной, несмотря на усилия многих исследователей, увенчавшиеся лишь незначительными успехами. Речь идет о прямом превращении кинетической энергии частиц, испускаемых радиоизотопами, в электричество, минуя процесс ее превращения в тепловую энергию. Такой процесс характеризовался бы очень большим к.п.д. и открыл бы новые области применения, которые сейчас невозможно в какой-либо степени предвидеть.

УДК 546.799

«New Scientist», 23 May, 1968.
Перевод с английского В. И. Быковой.

От редакции

В 1963—1964 гг. в Объединенном институте ядерных исследований в Дубне под руководством Г. М. Флерова синтезировано и изучено шесть изотопов 102-го элемента с массовыми числами от 251 до 256. Было показано, что из-за трудности синтеза далеких трансурановых элементов первые работы по 102-му элементу, выполненные в Швеции и США, оказались ошибочными. Поэтому название 102-го элемента «нобелий» — спорно (см. «Атомная энергия», т. 24, 1968, вып. I, стр. 5—17).

В 1965—1966 гг. тот же коллектив ученых синтезировал два изотопа 103-го элемента с массовыми числами 256 и 257. В этих экспериментах не были подтверждены свойства изотопа 103^{257} , полученного группой американских физиков в Беркли, которые, по-видимому, допустили ошибку при идентификации этого элемента (см. «Атомная энергия», т. 25, 1968, вып. II, стр. 87—94).

Взаимодействие в биологических системах

Профессор Ю. М. Васильев

Член-корреспондент АН СССР

И. М. Гельфанд

Ш. А. Губерман

Кандидат технических наук

М. Л. Шик

Кандидат медицинских наук

Публикуемая статья состоит из трех разделов. I раздел и начало II раздела напечатаны в предыдущем номере журнала. В I разделе, озаглавленном «Некоторые общие соображения», рассматривались особенности биологических систем, обсуждались принципы управления в этих системах и вопрос об адекватном языке их описания. В начале II раздела — «Поведение клеток в организме» — речь шла о целостных группах клеточных реакций (синергиях) и — более подробно — о синергии восстановительных процессов как результате нарушения обособленности клетки от среды. В этом номере публикуются конец II раздела и III раздел.

Физиологическая гибель клеток

Мы уже говорили о том, что при управлении многоклеточной системой используются закрепленные эволюцией и «запаянные» в клетках реакции, целесообразные для сохранения самих этих клеток. Следует особо разобрать одно из возможных возражений против такого подхода к проблеме соотношения клетки и организма. В многоклеточном организме все время происходит гибель части клеток: ороговевают клетки эпидермиса кожи; с верхушки ворсинок кишки слущиваются и распадаются клетки кишечного эпителия, выделяя в просвет кишечника содержащиеся в них ферменты; эритроциты у млекопитающих, накапливая гемоглобин, теряют ядра и через некоторое время погибают и т. д. Гибель этих и других клеток необходима для организма, но как согласовать этот факт с тезисом, что каждая клетка преследует свои «личные» цели? Как может гибель клеток быть результатом реакций, направленных на сохранение индивидуальности этих клеток?

На это возражение можно ответить следующим образом. Набор основных синергий в клетке прочно «запаян» и сохраняется, модифицируясь, с ранних стадий эволюции. Синергия, которая на предыдущих стадиях эволюции была для клетки целесообразной, позднее, в механизме управления, может быть использована организмом таким образом, что сама клетка в ходе реакции погибнет. Иными словами, на определенное изменение среды клетка дает ту реакцию, которая когда-то раньше в сходных условиях спасала ее предков. Однако в конкретных условиях данной ткани, та же, но модифицированная, синергия, может привести клетку к гибели. Сейчас было бы преждевременно детально обсуждать в этом плане конкретные формы и пути возникновения механизмов физиологической гибели клеток. Для этого мы слишком мало знаем о факторах, вызывающих эту гибель, и о ранних фазах тех изменений в клетках, которые заканчиваются их гибелью. Укажем только, что во многих случаях

гибель клеток есть завершающий этап процесса, при котором клетка переключается на выполнение строго специализированных синтезов. Например, ороговевающие клетки эпидермиса кожи синтезируют только одно вещество — кератин (синтез ДНК и других веществ, необходимых для размножения клеток, при этом полностью прекращается), при формировании эритроцита избирательно синтезируется гемоглобин и т. д.

Сходные до известной степени процессы происходят при спорообразовании у бактерий и других низших организмов. В определенных неблагоприятных условиях эти организмы начинают синтезировать вещества, необходимые для образования споры (особенно ее оболочки), тогда как все другие синтезы прекращаются. Для бактерий такое переключение имеет очевидное приспособительное значение: делается только то, что необходимо для ее спасения в критических условиях, причем переключение обратимо — при изменении условий спора прорастает.

Может быть, на основе подобных приспособительных процессов возникли и у клеток высших организмов те реакции, при которых они избирательно переключаются на выполнение строго специфических синтезов. Только у них, в отличие от спорообразующих бактерий, эти реакции стали необратимыми, и потому приводят к гибели клеток.

Коллективы клеток

Многие черты поведения клеток в организме определяются тем, что эти клетки формируют тканевые коллективы. Способность и склонность к образованию определенного коллектива — определенной ткани — есть свойство самих клеток. На это указывают многочисленные опыты, в которых клетки одной ткани или даже целого организма (например, губки) отделяли друг от друга. При помещении в общую среду они вновь соединялись, причем клетки каждого тканевого типа избирательно «слипались» лишь с себе подобными. Способность к такому избирательному «слипанию» связана с какими-то не вполне еще изученными свойствами клеточной поверхности, быть может, с появлением на ней специфических рецепторных веществ, позволяющих клеткам «узнавать» друг друга.

В первом разделе статьи мы уже говорили о двух простейших формах коллективов — эпителиальных и соединительнотканых. В эпителиальных коллективах клетки теснейшим образом объединены друг с другом не только структурно, но и функционально: контактирующие поверхности соседних клеток обладают высокой проницаемостью¹. В отличие от свободных поверхностей тех же клеток, соприкасающихся с межклеточной средой, контактирующие поверхности свободно пропускают из клетки в клетку не только ионы, но даже небольшие белковые молекулы. Достаточно отделить клетку от пласта, как проницаемость ее поверхности на месте контакта быстро падает и становится столь же низкой, как и

проницаемость свободной поверхности. Еще более тесно объединены клетки в таких тканях, как поперечно-полосатые мышцы, где границы между клетками вообще исчезают, и клетки сливаются в единый многоядерный симпласт. В эпителиях и симпластах со средой граничит лишь общая поверхность всей системы. Это должно резко понизить (в расчете на клетку) затраты энергии на работу «насосов» мембраны, откачивающих из клетки «лишние» ионы. Если состояние внутренней среды отдельной клетки в эпителиальном коллективе нарушится, то из-за высокой проницаемости контактов эти изменения быстро выравниваются. Между тем для отдельно живущей клетки такое изменение могло бы стать роковым.

Теснейшее объединение клеток в эпителиях и симпластах не приводит, однако, к полному исчезновению индивидуальности каждой клетки. В частности, отдельные клетки в общем пласте могут одновременно синтезировать ДНК и делиться. Даже в симпластах, где структурные границы между клетками исчезают, разные ядра могут асинхронно синтезировать ДНК.

В коллективах, образуемых соединительноткаными клетками, в хрящевой и костной тканях клетки взаимодействуют иначе, чем в эпителиях. Основная форма их взаимодействия — совместная выработка межклеточного вещества. Это вещество имеет сложный состав (в него входят кислые мукополисахариды, коллагеновые и иные волокна и другие компоненты) и определенную структурную организацию. Архитектура межклеточного вещества в некоторых тканях (особенно в костях) очень сложна и меняется в зависимости от механических нагрузок. Клетки соединительной ткани очень тонко чувствуют характер окружающего их вещества и реагируют изменением своего расположения и ориентировки на все его изменения. Клетки соединительной ткани (фибробласты), выделенные из организма и выращиваемые в клеточной культуре, сохраняют способность менять свою ориентировку в зависимости от ма-

лейших неровностей той подложки, на которой они сидят (чаще всего такой подложкой бывает стекло). Такие клетки могут вытянуться вдоль щели глубиной всего в несколько десятков ангстрем, т. е. почувствовать неровность подложки во много тысяч раз меньшую, чем толщина самой клетки (рис. 1). Если клетки крайне чувствительны к ориентировке окружающего их межклеточного вещества, то, в свою очередь, распределение волокон этого вещества, очевидно, в большой степени зависит от распространения образующих его клеток. Эта теснейшая взаимосвязь клеток и межклеточного вещества есть наиболее характерная черта соединительнотканых клеточных коллективов.

Совместная выработка межклеточного вещества существенно улучшает условия жизни клеток, их изоляцию от среды. Такое вещество не только защищает клетки механически, но и меняет характер диффузии веществ из среды в клетку и обратно. В частности, мукополисахариды межклеточного вещества, по некоторым данным, обладают свойствами ионообменников и поэтому препятствуют изменениям концентрации ионов вблизи клеток.

Способность к выработке разного рода защитных оболочек широко распространена у клеток самых различных организмов, например, у многих бактерий, простейших, растений и т. д. Клетки соединительной ткани, хряща и кости при формировании межклеточного вещества, по-видимому, используют один из вариантов «запаянной» в них синергии, приводящей у других клеток к выработке клеточной оболочки. К сожалению, мы пока еще слишком мало знаем о механизме индукции этих процессов как в клетках низших животных, так и в клетках соединительной ткани. Поскольку разнообразные тканевые структуры формируются на основе каких-то немногочисленных типовых форм клеточных синергий, то неудивительно, что одна и та же структура может возникать в эволюции неоднократно — у организмов, не связанных между собой общими

¹ См., например, W. R. Loewenstein, G. Kanpo. «J. Cell. Biol.», v. 33, 1967, p. 225.

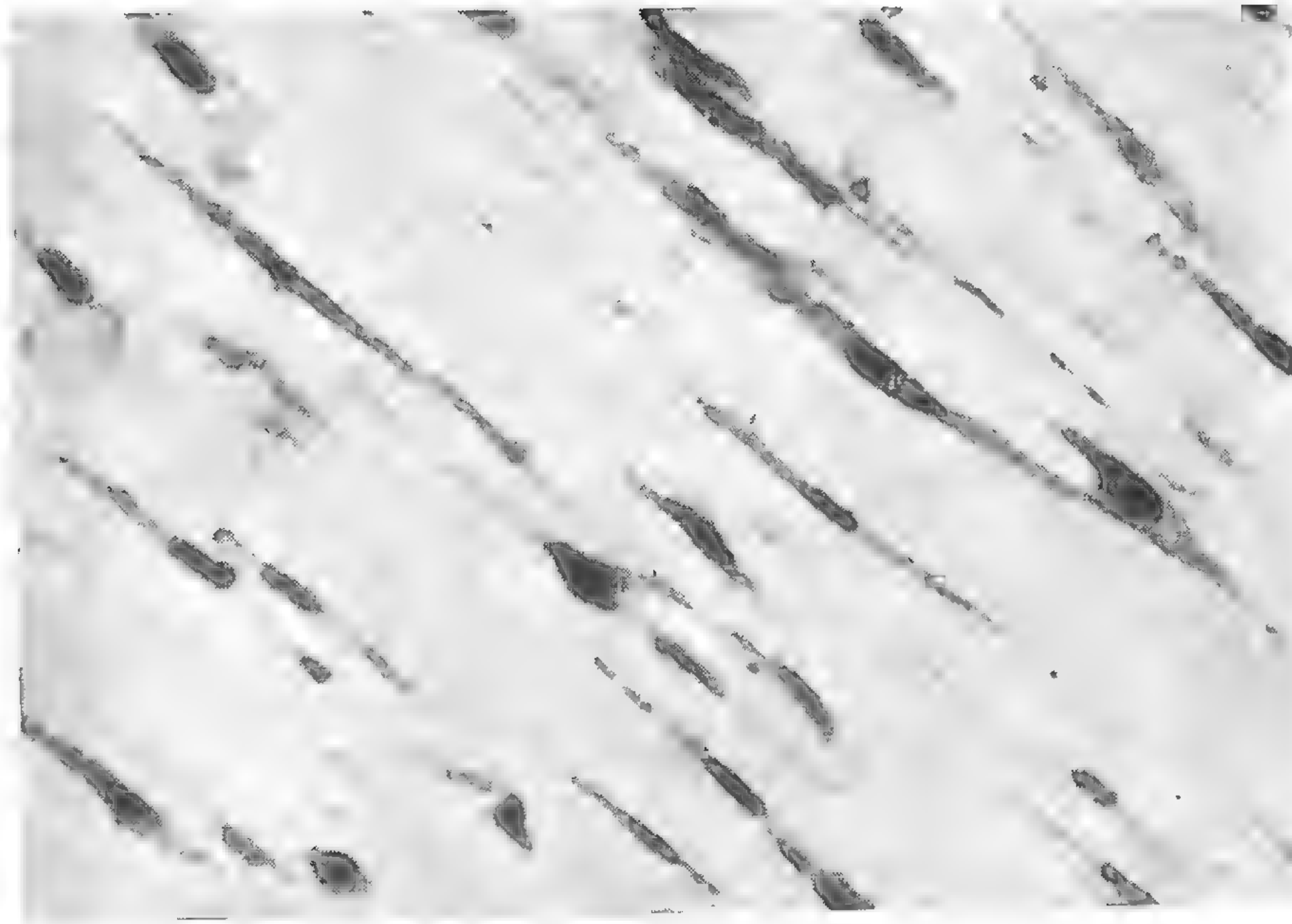


Рис. 1. Фибробласты мышцы, культивируемые на поверхности рыбьей чешуи (микрофото). Клетки резко вытянулись вдоль бороздок чешуи. Из опытов Ю. М. Васильева и Л. В. Домниной (Ерофеевой)

предками¹. Так, поперечно-полосатые мышцы появляются независимо у насекомых и у позвоночных, хотя у животных, предшествовавших им в эволюции, эти сложные тканевые структуры отсутствовали.

Регуляция размножения клеток

Участие в построении коллектива оказывает существенное влияние на все функции клетки и в особенности на темпы ее размножения. По-видимому, каждый клеточный коллектив имеет какие-то оптимальные количественные характеристики: оптимальное общее число клеток и (или) плотность клеток на единицу объема. Вероятно, в каждой ткани существуют

специальные механизмы, ограничивающие размножение клеток; благодаря этому размеры коллектива не превосходят оптимальных характеристик. При оптимальных размерах наилучшим образом обеспечивается стабилизация среды для клеток, входящих в коллектив. Если количество клеток или плотность клеточного населения снижаются, условия изоляции клеток от среды ухудшаются. Это нарушение изоляции, как указывалось, может вызвать синергию восстановительных реакций, приводящую к размножению клеток. Действительно, в самых разных клеточных коллективах локальное уменьшение числа клеток стимулирует размножение оставшихся клеток. В качестве одного из многих примеров можно привести хотя бы заживление кожной царапины: при удалении эпидермиса с участка поверхности кожи близлежащие клетки начинают активно размножаться и обнаженный участок вновь покрывается эпидермисом. Процесс регенерации коллектива удается воспроизвести даже в искусственно создаваемых простейших многоклеточных системах, например, в эмбриональных культурах клеток человека или мыши, выращиваемых вне организма.

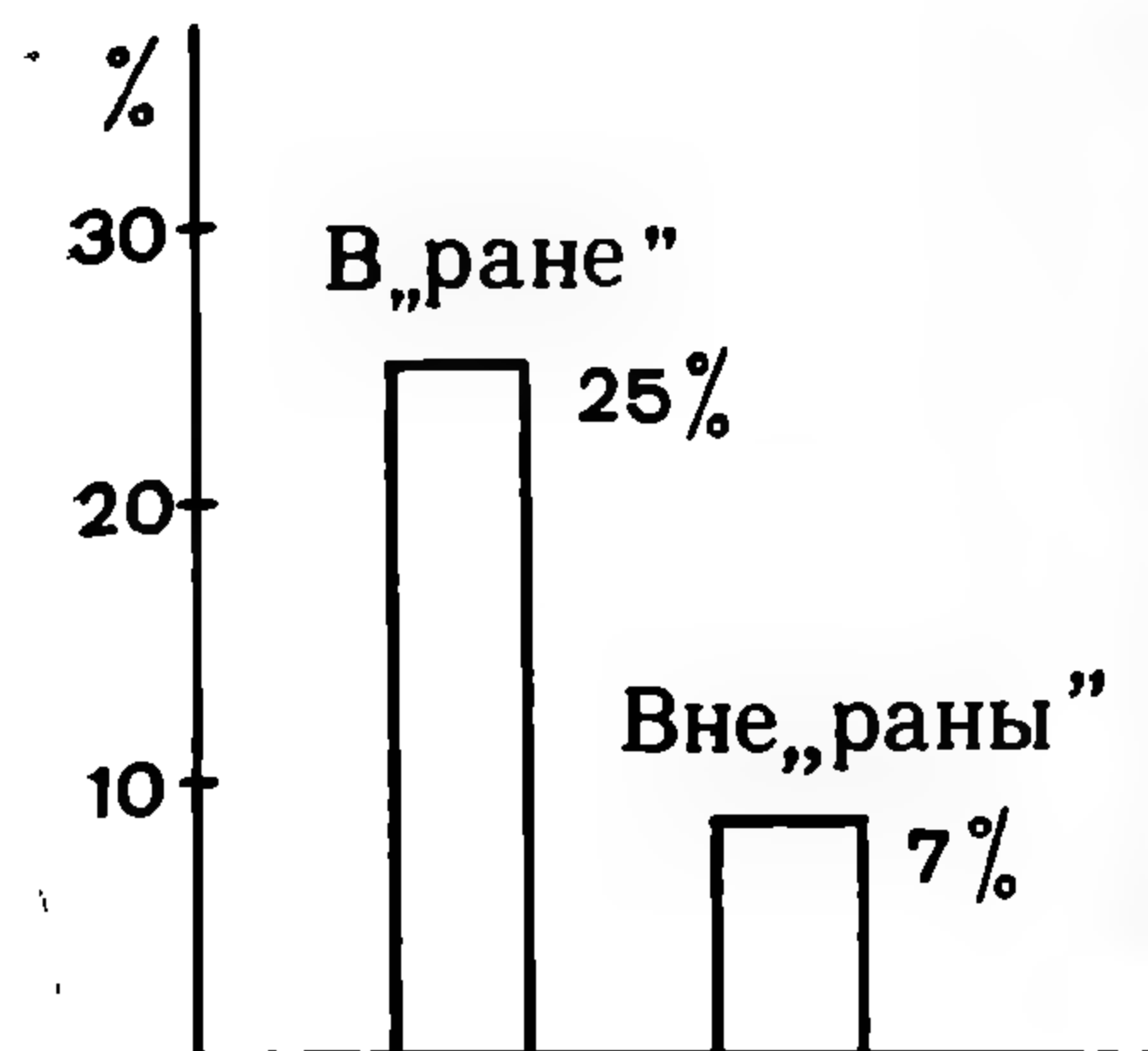
Во флаконе для культивирования клеток на внутренней поверхности

стекла образуется пласт, состоящий из одного ряда клеток, так называемый монослой. В сформированном монослое по достижении определенной плотности клеточного населения темп размножения клеток резко снижается. В наших опытах¹ часть такого монослоя удаляли со стекла бритвой или скальпелем, т. е. делали в монослое рану (рис. 2). На освободившийся от клеток участок стекла из краев сохранившейся части монослоя быстро начинали вылезать клетки. В первые дни после операции число клеток на единицу площади стекла внутри раны оставалось значительно более низким, чем в сохранившейся части монослоя. Это локальное снижение плотности клеточного населения вызвало активацию размножения. Через 18—24 часа после операции число клеток, синтезирующих ДНК, т. е. готовящихся к делению, внутри раны повышалось в несколько раз (20—30% клеток в ране при 5—10% — в сохранившихся участках монослоя).

Снижение локальной плотности клеток в ране — не единственный фактор, способный стимулировать размножение клеток в монослое. Наши опыты показали, что факторы самой разной химической природы, обратимо нарушающие стабильность условий существования клеток в монослое, могут стимулировать их размножение (рис. 3). Такими факторами оказались, например, препараты гиалуронидазы — фермента, разрушающего кислые мукополисахариды (последние накапливаются на поверхности фибробластов), а также дигитонин — поверхностно-активное вещество, по-видимому, нарушающее стабильность клеточной мембраны. Эти агенты при добавлении в среду значительно, хотя и ненадолго, повышали в монослое число клеток, синтезирующих ДНК. Приведенные данные хорошо согласуются с соображениями, высказанными выше: самые разные факторы, обратимо нарушающие изоляцию клеток от среды, могут вызвать рост и размножение этих клеток.

¹ Этот принцип параллелизма в эволюции тканевых структур был открыт А. А. Заварзиным (см. Избранные труды, т. III, IV, М., Изд-во АН СССР, 1950, 1951). Разбирая возможные причины таких параллелизмов, В. Я. Александров (Руководство по цитологии, М., 1965, стр. 10—16) высказывает ряд соображений, близких к изложенным выше.

¹ Ю. М. Васильев, И. М. Гельфанд и Л. В. Ерофеева. «ДАН СССР», т. 171, 1966, стр. 721.



Отметим, что механизмы, контролирующие размеры коллектива, по-видимому, существуют не только в многоклеточных системах, но и в коллективах животных¹. Стремление к поддержанию числа членов системы на определенном оптимальном уровне является, вероятно, общим правилом для разных типов биологических систем.

Опухолевый рост — результат глубокого нарушения процессов коллективного взаимодействия клеток

Опухолевые клетки — это клетки, которые хуже, чем нормальные, способны к построению коллектива. Во многих опухолях нарушение тканевой организации (так называемая тканевая анаплазия) обнаруживается простыми морфологическими способами. Электрофизиологическое исследование, проведенное У. Левенштейном и сотрудниками², показало, что в некоторых опухолях печени — гепатомах — проницаемость контактирующих клеточных поверхностей не выше, чем проницаемость свободных поверхностей. Иначе говоря, клетки этих опухолей функционально изолированы друг от друга и не образуют единой тканевой системы. Самое характерное свойство опухолевых клеток — бесконтрольное размножение — можно рассматривать как

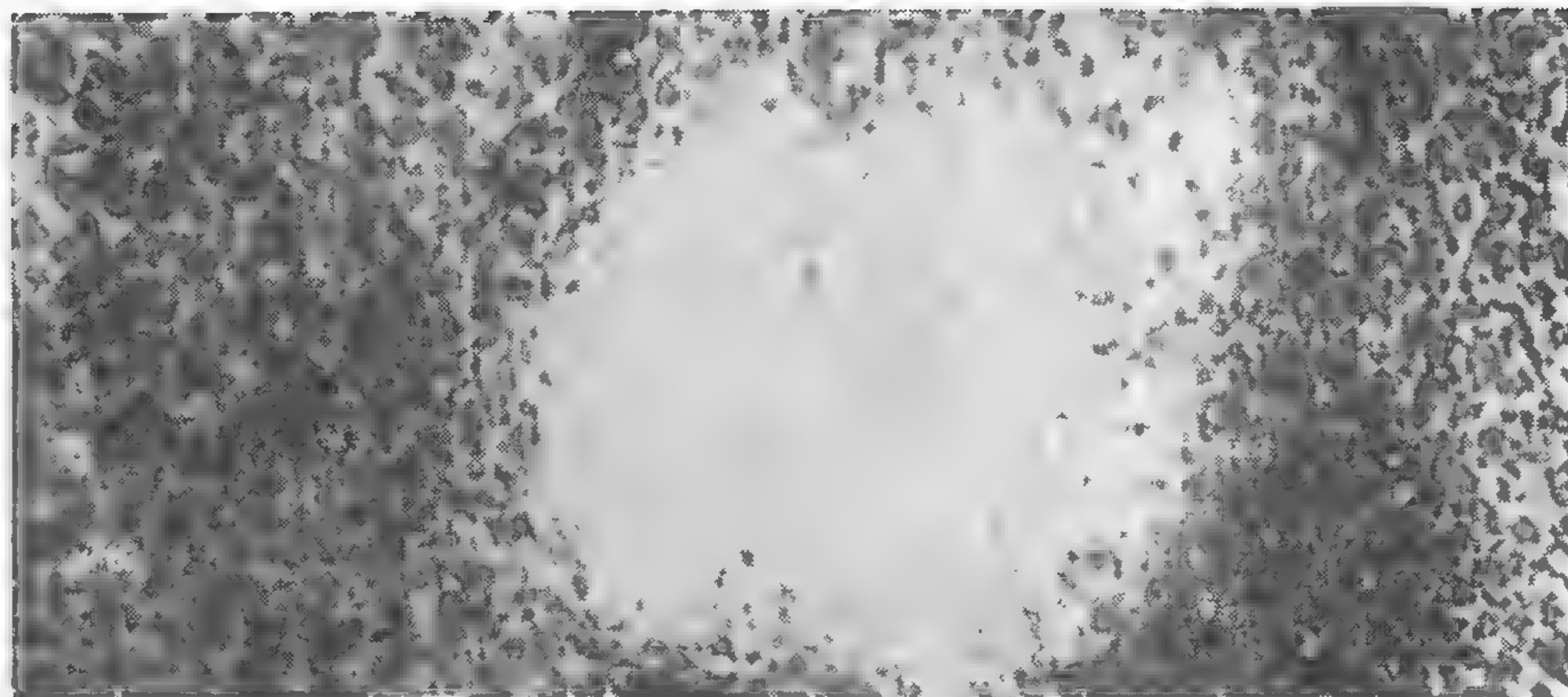


Рис. 2. Микрофотография культуры эмбриональных клеток через 24 часа после удаления небольшого ее участка. Клетки из краев «раны» вышли на свободное пространство, но «плотность клеточного населения» остается в ране намного более высокой, чем вокруг нее. Доля клеток, синтезирующих ДНК (готовящихся к делению), внутри раны намного выше, чем вне ее (см. диаграмму вверху). Опыты Ю. М. Васильева, И. М. Гельфанда и Л. В. Домниной (Ерофеевой)

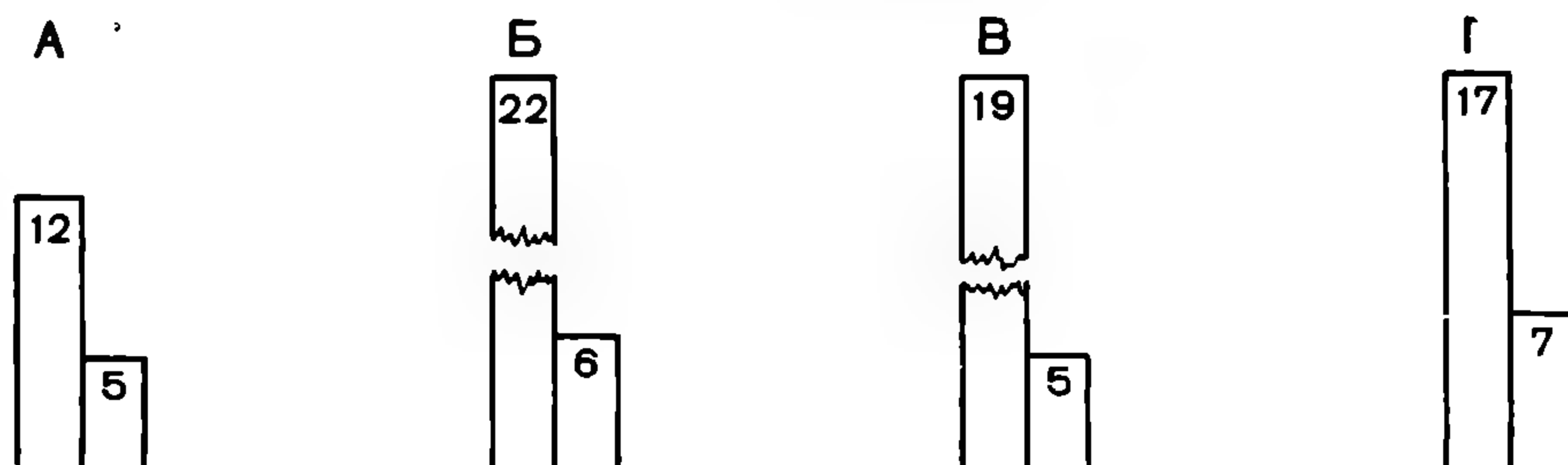


Рис. 3. Разнообразные факторы, обратимо нарушающие стабильность условий существования клеток, могут вызвать их размножение. Столбики обозначают процент клеток, синтезирующих ДНК в культуре эмбриональных клеток мыши через 24 часа после воздействия (левый столбик — опыт, правый — контроль). Воздействия: А — смена среды, Б — гиалуронидаза, В — рибонуклеаза, Г — дигитонин. Опыты Ю. М. Васильева, В. И. Гельштейн, И. М. Гельфанда, Е. К. Фетисовой

¹ V. C. Wynne-Edwards. Animal dispersion in relation to social behaviour, 1962. Edinburgh.

² См. сноску на стр. 25.

следствие дефектной тканевой структуры. Ведь, как мы говорили выше, от целостности клеточного коллектива существенно зависит степень изоляции клеток от среды. Нарушение такой целостности в опухолевой ткани должно постоянно вызывать в клетках привычную синергию регенераторных реакций, завершающуюся делением клеток. Иначе говоря, можно предположить, что **размножение клеток в опухоли есть нормальная реакция клеток на ненормальное состояние клеточного коллектива.** Как полагают многие исследователи, способность к установлению контактов с другими клетками в опухолевой ткани нарушается в результате наследуемого изменения свойств клеточной поверхности.

К сожалению, причины избирательного «слипания» клеток слишком мало еще изучены и поэтому сейчас преждевременно обсуждать возможные конкретные механизмы нарушений этого процесса в опухолевой ткани.

Весьма вероятно, что в разных типах опухолей пути дезорганизации тканевых систем окажутся неодинаковыми. Так, для опухолей из соединительных тканей существенное значение может иметь изменение характера межклеточного вещества, играющего ведущую роль в формировании соединительнотканых тканевых систем.

Наряду с нарушениями способности к формированию тканевых систем, можно представить себе и другие типы наследуемых изменений клеток, приводящие к уменьшению их изоляции от среды, например, стойкое изменение клеточной проницаемости. Изменения такого рода были обнаружены при изучении некоторых опухолей растений (корончатых галлов). В опытах Х. Вуда и А. Брауна¹ скорость накопления ионов и органических веществ в цитоплазме опухолевых клеток оказалась значительно более высокой, чем в опытах с гомологичными нормальными клетками. Такое изменение имело для опухолевых клеток важные последст-

вия: увеличение концентрации ионов в цитоплазме стимулировало у них активность ряда синтезирующих систем, которые у нормальных клеток, росших в этой же среде, оставались неактивными. У нормальных клеток эти системы активировались лишь при повышении концентрации соответствующих ионов в среде. Было бы важно выяснить, имеются ли аналогичные сдвиги проницаемости при опухолевом росте у животных.

В целом, как видно из сказанного, ряд соображений позволяет считать размножение опухолевых клеток вариантом комплекса регенераторных реакций на уменьшение изоляции от среды. **Отличие опухолевой ткани от нормальной состоит не в характере пролиферативных реакций, но в том, что в опухолевой ткани этот комплекс реакций непрерывно индуцируется в результате дефектной тканевой организации и, быть может, изменения проницаемости клеточных поверхностей.**

*

В этом разделе мы исходили из представлений о том, что число основных форм поведения клеток в общем невелико и вряд ли существенно увеличивается в ходе эволюции. Многочисленные специфические варианты клеточных реакций и межклеточных взаимодействий возникают на основе небольшого числа этих первичных форм. Должен существовать сравнительно простой набор изменений среды (язык), на которые клетки отвечают типовыми изменениями поведения.

Мы попытались показать, что такой подход к поведению клеток позволяет анализировать под единым углом зрения ряд фактов, на первый взгляд, мало связанных между собой. Разумеется, лишь экспериментальная проверка позволит судить о правильности тех или иных конкретных соображений, сформулированных в ходе нашего анализа. Накопление фактических данных неизбежно приведет к тому, что уже в ближайшее время многие из предложенных гипотез придется модифицировать, а другие отвергнуть. Мы не ставили

себе целью отстаивать здесь правильность той или иной преждевременно конкретной гипотезы, но, излагая их, хотели лишь сделать более наглядными те общие принципы подходов к изучению регуляции клеточного поведения, которые представляются нам плодотворными.

III. Управление локомоцией

Одна из многих сложных задач, решаемых мозгом человека или животного,—задача управления движениями. В этом разделе мы будем говорить лишь об определенном роде движениях — о беге и ходьбе, которые часто называют одним словом — локомоция.

При локомоции происходит согласованная работа десятков мышц и многих суставов, которые, вообще говоря, являются независимыми¹. Как происходит управление системой, содержащей такое большое число независимых переменных величин, или, иными словами, такое большое число степеней свободы?²

Исходя из принципов построения живых систем, изложенных в разделе I настоящей статьи, и учитывая результаты экспериментов, выполненных в последние годы в нашей лаборатории, можно ответить на поставленный вопрос так: используя свою иерархическую структуру, мозг формирует подсистемы, каждая из которых решает задачу сравнительно небольшой сложности; в итоге же обеспечивается весьма сложный процесс управления локомоцией.

Н. А. Бернштейн еще 20 лет тому назад подчеркнул, что система управления движениями должна иметь многоуровневую структуру³.

Ему же⁴ принадлежит мысль о том,

¹ Независимость отдельных суставов проявляется в том, что определенное положение одного из них, как правило, совместимо с различными положениями других суставов (Прим. ред.).

² Объяснение этого термина см. в I разделе настоящей статьи (в предыдущем номере журнала).

³ Н. А. Бернштейн. О построении движений. М., 1947.

⁴ Н. А. Бернштейн. Архив биол. наук, т. 38, 1935, вып. 1.

¹ H. N. Wood, A. C. Braun. «Proc. Nat. Acad. Sci.», v. 54, 1965, p. 15.

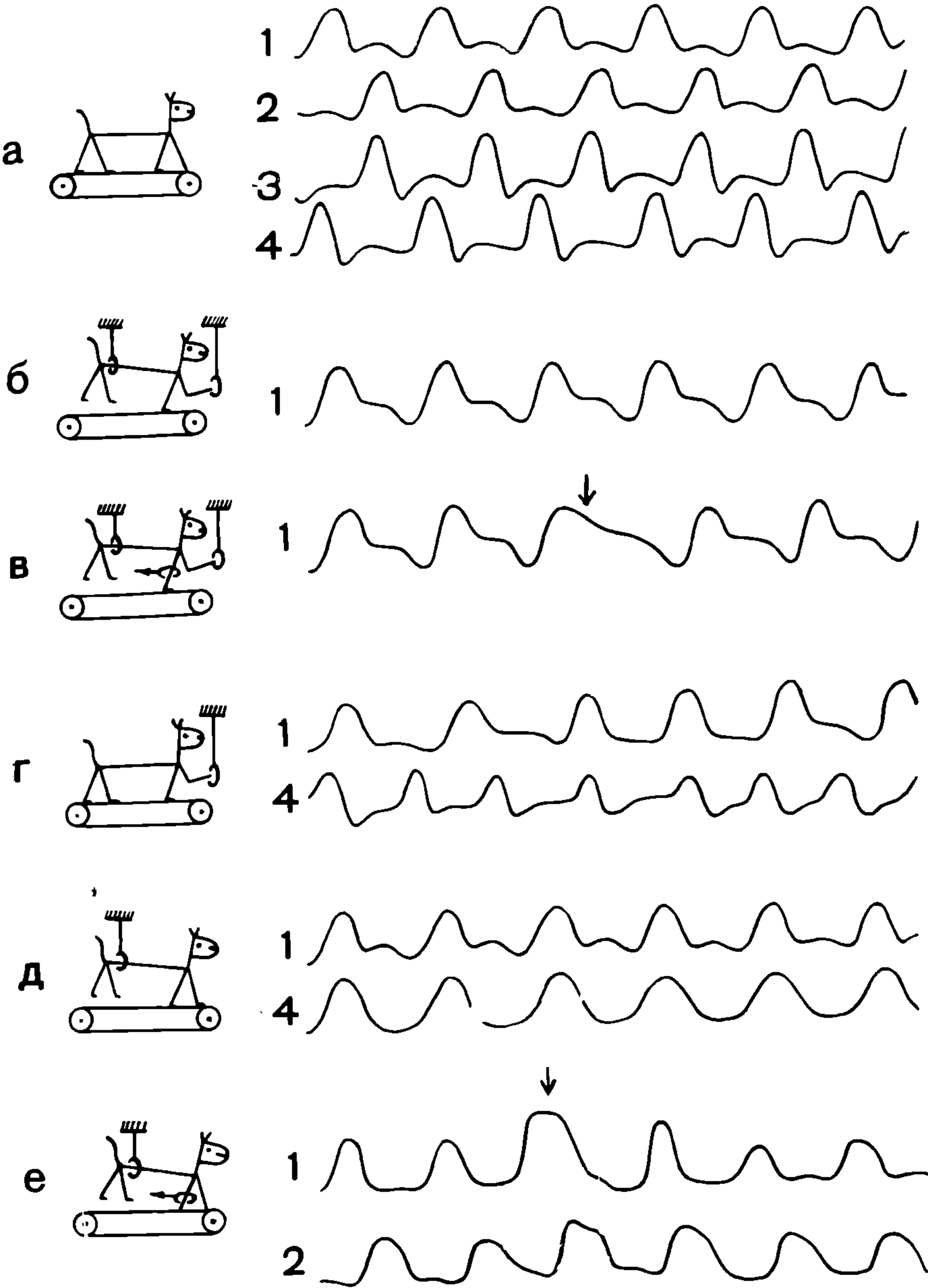


Рис. 4. Ходьба собаки на тредбане (по Шиху и Орловскому, 1965). Слева — силуэты экспериментальных ситуаций, справа — записи изменений суставных углов (при сгибании кривая отклоняется вверх, при разгибании — вниз). 1 — левый «локоть», 2 — правый «локоть», 3 — левое «колено», 4 — правое «колено»; а — нормальная ходьба на всех четырех ногах; б, в, г, д, е — объяснения в тексте, на стр. 30

что основная задача координации движений заключается в преодолении избыточного числа степеней свободы двигательного аппарата¹.

¹ Эта мысль, на первый взгляд, может показаться парадоксальной. В самом деле, у человека, уже овладевшего каким-либо новым для него сложным комплексом движений, например, у рабочего, научившегося выполнять определенную производственную операцию, создается впечатление, что движения его стали свободнее. Между тем, в действительности, при выполнении сложных координированных движений независимость отдельных суставов уменьшается, их функциональная связь становится теснее — жестче (Прим. ред.).

Эти и некоторые другие¹ соображения послужили толчком к экспериментальному изучению локомоции в нашей лаборатории.

*

Исследование кинематики локомоции (записывались движения в суставах

¹ Имеется в виду идея поиска минимума функций большого числа переменных по «методу оврагов» (И. М. Гельфанд и М. Л. Цетлин, «Усп. матем. наук», т. 16, 1962, стр. 103), а также мысли, содержащиеся в работе М. Л. Цетлина об играх автоматов (М. Л. Цетлин, «Усп. матем. наук», т. 18, 1963, стр. 112).

конечностей у собак при их ходьбе по движущейся ленте тредбана¹, рис. 4) показало, что движения в трех основных суставах отдельной конечности очень тесно связаны: в любой момент времени, зная положение одного из суставов, можно до-

¹ Тредбан — клетка, пол которой представляет собой замкнутую ленту, приводимую в движение электромотором (см. рис. 5). Меняя скорость движения ленты, можно ускорять или замедлять скорость локомоции животного.

вольно хорошо представить себе положение остальных¹.

«Рисунок» шагательного движения (т. е. последовательность движений в суставах одной конечности) остается постоянным при изменении как скорости локомоции, так и угла подъема ленты тредбана (движение «в гору»). Связь между суставами настолько сильна, что если во время локомоции затруднить движение в одном из них, то это вызовет соответствующие изменения и в остальных суставах.

Таким образом, конечность при локомоции выступает как единое целое. Каждую отдельную конечность при ходьбе и беге можно рассматривать не только как единое, но и как автономное образование². Это видно из следующих опытов. Собаку подвешивали в лямках так, чтобы только одна ее передняя конечность касалась ленты тредбана (рис. 4б). Рисунок шагательного движения оставался в общих чертах таким же, как и при ходьбе на всех четырех ногах. Затем на несколько десятых долей секунды движение одиноко идущей конечности искусственно задерживали. Фаза шагания при этом сбивалась (рис. 4в).

Шаг состоит из двух частей — опоры и переноса. Во время опоры конечность касается пола (или ленты тредбана), во время переноса она находится в воздухе. Опора и перенос составляют вместе один локомоторный цикл. При нормальной локомоции ускорение ритма шагательных движений происходит за счет укорочения периода опоры (о быстро бегущем говорят, например, что «ноги его едва касаются земли»). У одиноко идущей конечности при увеличении скорости движения ленты тредбана также происходит укорочение периода опоры.

Опыты, описанные выше, свидетельствуют о зависимости ритма шага от

собственной афферентации каждой конечности. (Афферентацией называется поток импульсов, поступающих в центральную нервную систему от рецепторов. Собственная афферентация конечности включает импульсы от рецепторов мышц, суставов и кожи данной конечности. Каждому положению конечности соответствует своя «афферентная картина»).

Относительная автономность отдельных конечностей хорошо проявляется и в условиях, когда животное идет на трех ногах (четвертая подвешена): передняя и задние конечности могут при этом совершать движения в различных и некратных ритмах (рис. 4г).

Поскольку опыты наши были кинематическими, мы говорим о целостности и автономности шагающей конечности. Но, конечно, свойства эти принадлежат не суставам и звеньям конечности, а участку нервной системы, ответственному за работу конечности при локомоции. Это он — определенный участок нервной системы — является объединенным и автономным, потому мы и находим указанные свойства, изучая кинематику конечности.

Говоря об относительной автономности шагающей конечности, уместно вспомнить классический опыт, сделанный почти сто лет тому назад немецким физиологом А. Фрейсбергом. Этот опыт заключается в следующем.

Собаке производят перерезку спинного мозга в нижнегрудном отделе. Таким образом, отдел, иннервирующий задние ноги, изолируется от вышележащих нервных центров. Через 2—3 недели у оперированной собаки (если держать животное так, чтобы ноги свободно свешивались) можно наблюдать ритмические движения задних конечностей, причем рисунок движений близок к шагательным. Тот факт, что эти движения могут обеспечиваться изолированной частью спинного мозга, говорит о значительной степени их автономности.

Действие, автономно выполняемое временным объединением элементов двигательного аппарата, называется функциональной синергией. Шагательное движение конечности — пример такой синергии. Другими примерами являются описанные В. С. Гурфинкелем и его сотрудниками дыхательная синергия вертикальной позы человека и синергия подъема руки стоящим человеком¹.

Если конечности автономны, то согласование их движений может быть достигнуто лишь при условии, что движения каждой зависят от состояния остальных. О том, что система взаимодействия нервных аппаратов разных конечностей при локомоции действительно существует, свидетельствует ряд наблюдений. Если подвесить собаку в лямках так, чтобы ее задние конечности не касались ленты тредбана (рис. 4д), то при беге по ленте передних конечностей задние будут совершать шагательные движения в воздухе. Ритм этой «холостой» активности определяется ритмом движений передних ног, который, в свою очередь, зависит от скорости движения ленты тредбана. Вмешательство, приводившее к сбою фазы шагания, когда по ленте шла одна конечность (рис. 4в), не сбивает фазы, если идут хотя бы две конечности одного пояса (рис. 4е), а тем более три или все четыре ноги.

*

Формирование объединенной автономной конечности и системы межконечностного взаимодействия освобождает высшие отделы мозга от необходимости индивидуализированного управления работой каждой мышцы. Управление движением осуществляется теперь автономно, а при необходимости перейти, например, с ходьбы на бег, достаточно лишь изменить силовой режим работы мышц.

Заметим, что описанный способ уп-

¹ Более подробно о результатах этой серии исследований см. М. Л. Шик и Г. Н. Орловский. «Биофизика», т. 10, 1965, стр. 1037; Г. Н. Орловский, Ф. С. Северин и М. Л. Шик. «Биофизика», т. 11, 1966, стр. 364.

² E. v. Holst. «Pflüg. Arch. des Physiol.», 1938, B. 240, S. 44.

¹ В. С. Гурфинкель и др. Модели структурно-функциональной организации некоторых биологических систем. М., Изд-во «Наука», 1966, стр. 310; В. Е. Белянский, В. С. Гурфинкель, Е. И. Пальцев, «Биофизика», т. 12, 1967, стр. 135.

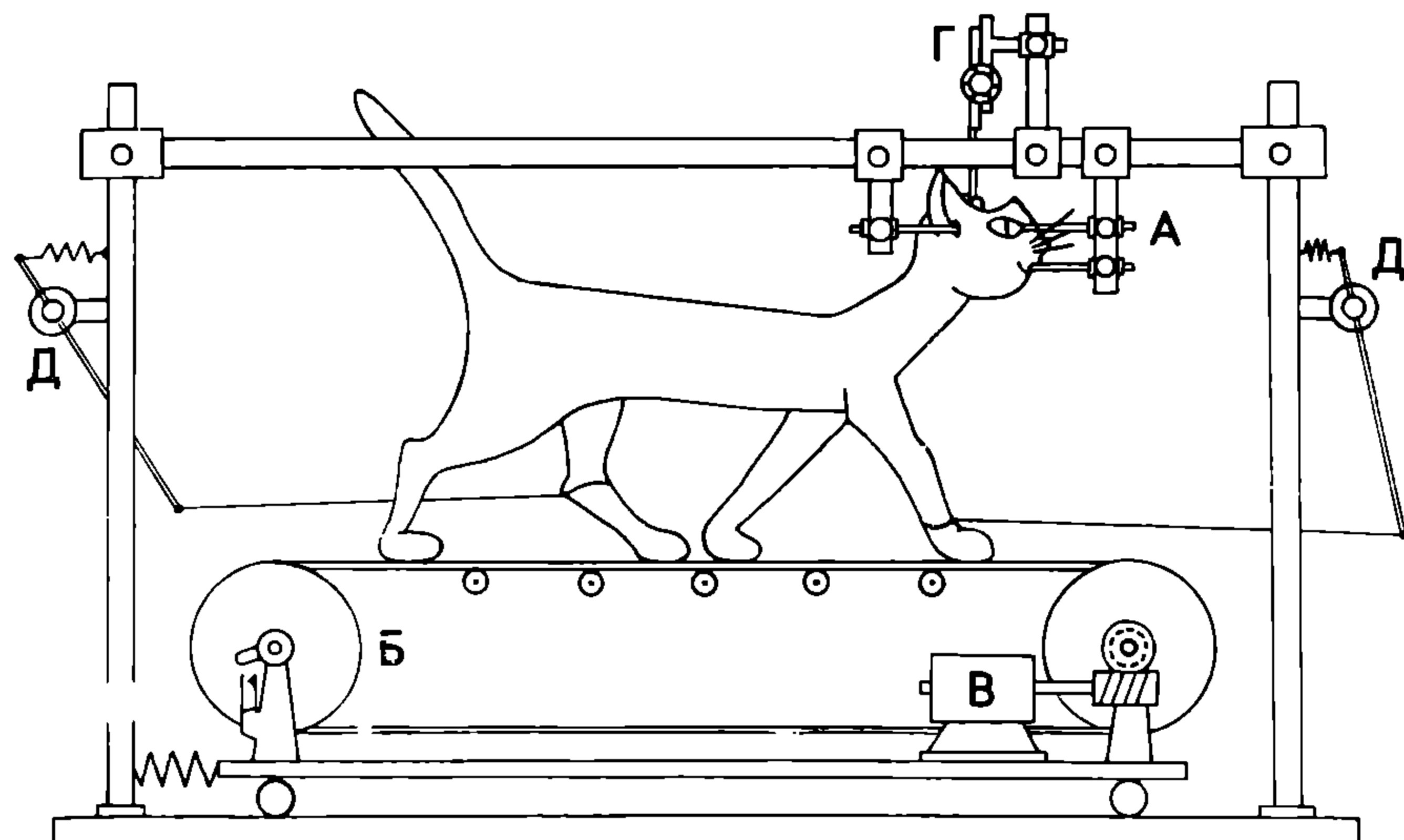


Рис. 5. Схема установки для изучения управляемой локомоции мезэнцефалической кошки (по Шиху, Северину, Орловскому, 1966). Голова кошки закрепляется в специальном держателе (А), а ноги ее покоятся на замкнутой ленте (Б), которую приводят в движение электродвигатель (В) или сама кошка; через электроды (Г), вставляемые в определенную область мозга, посылаются электрические стимулы; датчики (Д) передают движения конечностей на регистрирующий прибор

равления движениями целесообразен только в том случае, если обе операции (формирование объединенных конечностей и установление системы взаимодействия между ними) могут выполняться в нервной системе относительно просто. Такой способ управления годится для производства лишь ограниченного числа типичных действий (синергий). Осуществление этих операций делает ненужным вмешательство высших отделов мозга в управление локомоцией на каждом шаге.

Изложенные представления позволяют предположить, что как тот участок мозга, который формирует автономные объединения и систему их взаимодействия, так и тот, который задает мощность работы (в случае, если это разные участки), может сам не обладать особенно сложным устройством. В отношении структуры, задающей мощность работы, такое предположение не нуждается в особой аргументации. Что же касается структуры, формирующей объединения и систему их взаимодействия, то предположение об относительной простоте ее внутреннего устройства представляется вполне правдоподобным, если принять во внимание следующее соображение. Допустим, что эта структура не формирует, а только высвобождает уже имеющиеся

связи — спинномозговые и, возможно, стволовые¹ — из подавленного состояния, в котором они находятся обычно (т. е. в покое); допустим, что, она, например, тормозит деятельность нейронов, которые в обычное время (т. е. когда животное не движется) подавляют деятельность спинномозговой системы шагания.

Иными словами, эта структура должна перевести спинной (и, возможно, задний) мозг в одно из его собственных, но обычно подавляемых состояний.

*

Если участок (или участки) мозга, возглавляющий автоматическую систему управления локомоцией, не обладает особенно сложным внутренним устройством, то естественно было предположить, что электрической стимуляцией этого участка можно вызвать координированную локомоцию у животного, предварительно лишенного способности к самостоятельной ходьбе. Электрическая стимуляция выполняла бы при этом

роль тех воздействий, которые активизируют эту область мозга в естественных условиях.

Еще в 1930 г. американский физиолог С. У. Ренсон и его сотрудники показали, что кошка, у которой удалены большие полушария и промежуточный мозг, но остались средний мозг (мезэнцефалическая кошка) и нижележащие отделы, не способна ни стоять, ни ходить¹. Если же при операции сохранить еще небольшой участок промежуточного мозга — гипоталамус, то такая — гипоталамическая — кошка сохраняет способность к передвижению. Позже выяснилось², что электрическое раздражение гипоталамуса у кошки, находящейся под легким наркозом и подвешенной в гамаке, вызывает шагательные движения конечностей. Эти данные давали основания думать, что, возможно, именно в гипоталамусе и находится участок мозга, возглавляющий автоматическое управление локомоцией.

Однако из работ последних лет³ стало известно, что если исследовать

¹ Ствол — часть головного мозга, сзади примыкающая к спинному мозгу (рис. 6Ж). В стволе различают средний мозг (рис. 6В) и задний мозг (рис. 6Г, Д). Последний состоит из варолиева моста (граничит со средним мозгом) и продолговатого мозга (граничит со спинным мозгом). (Прим. ред.).

¹ J. C. Hinsey, S. W. Ranson, Mc. Nattin. «Arch. Neurol. Psychiat.», v. 23, 1930, p. 1.

² W. H. Waller. «J. Neurophysiol.», v. 3, 1940, p. 300; R. G. Grossman. «J. Neurophysiol.», v. 21, 1958, p. 85.

³ J. W. Woods. «J. Neurophysiol.», v. 27, 1964, p. 635.

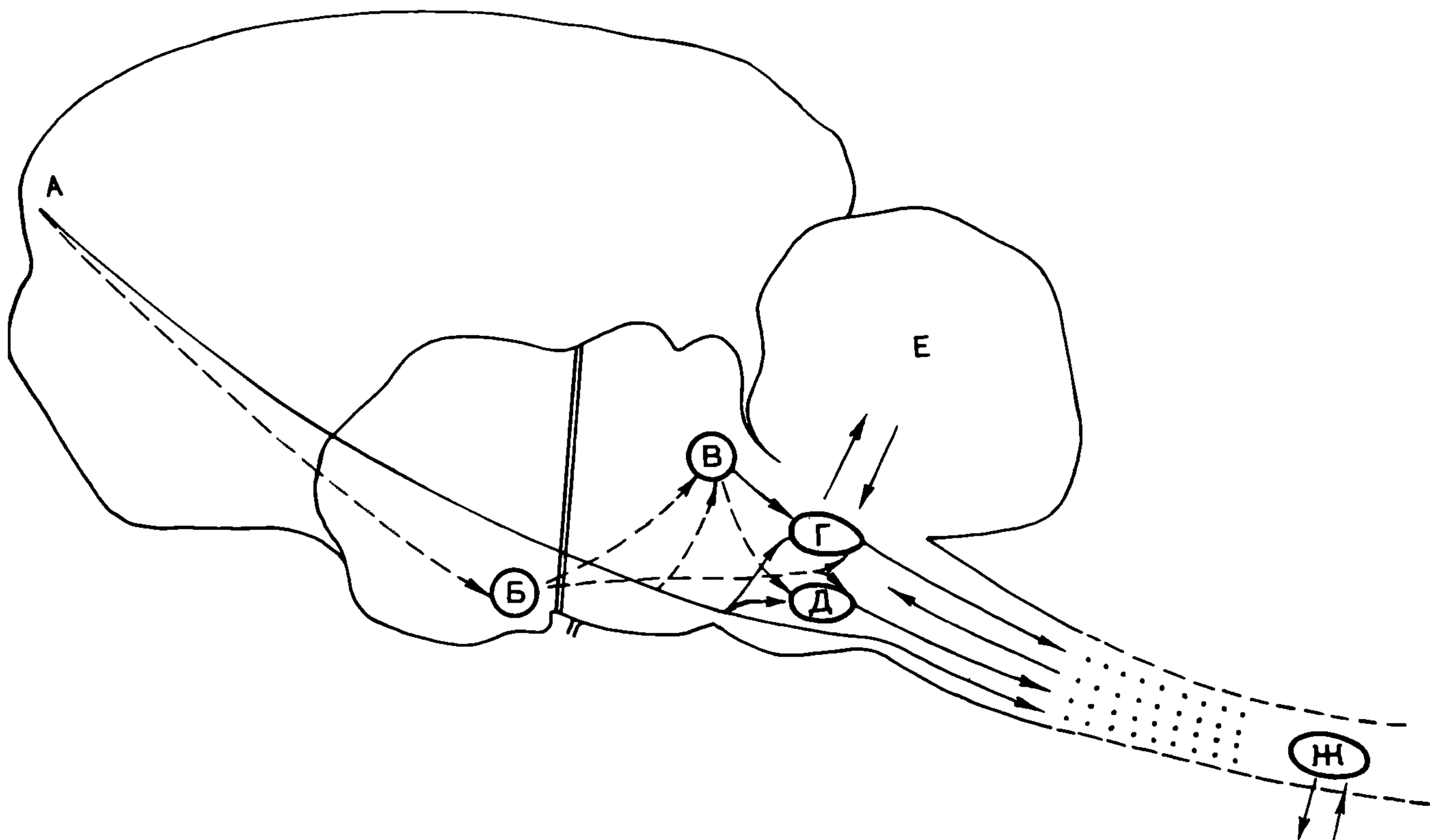


Рис. 6. Гипотетическая схема устройства системы управления локомоцией. А — кора больших полушарий, Б — гипоталамус; В — «локомоторная область» среднего мозга; Г — структуры заднего мозга, степень активности которых определяет мощность локомоции; Д — структуры заднего мозга, ответственные за подавление спинномозгового шагательного автоматизма в период, когда животное не движется; Е — мозжечок; Ж — сегментарный аппарат спинного мозга.

животное не сразу после операции, а через несколько недель (выхаживание таких животных очень непростое), то можно вызвать ходьбу и у мезэнцефалической кошки (т. е. у кошки без гипоталамуса). Из этих данных следовало, что хотя гипоталамус может выступать как инициатор локомоции (что вполне вероятно, так как рядом расположены участки, ведающие аппетитом, жаждой, терморегуляцией и др.), он не является необходимой составной частью авто-

матической системы управления локомоцией.

Напомним также, что нейроны, посылающие импульсы к мышцам конечностей, лежат в спинном мозгу, а нейроны гипоталамуса не имеют окончания в спинном мозгу. Поэтому должно существовать по меньшей мере еще одно звено между гипоталамусом и спинным мозгом.

*

Для того чтобы привязать абстрактную модель управления локомоцией

к реальной нервной системе, были проведены опыты (см. рис. 5) на мезэнцефалических кошках, которые, как уже говорилось, не способны ни стоять, ни ходить.

Опыты показали, что если раздражать у такого животного определенную область среднего мозга (рис. 6, В), то можно вызвать у него локомоцию. Меняя силу стимуляции указанной «локомоторной области», экспериментатор может управлять походкой мезэнцефалической кошки,

переводя ее с ходьбы на рысь и в галоп¹. Раздражение соседних с «локомоторной областью» участков мозгового ствола вызывало лишь общее напряжение мышц.

В специальной серии опытов производилась электростимуляция «локомоторной области» мезэнцефалических кошек, у которых (дополнительно к основной операции) были перерезаны чувствительные нервные корешки от задних конечностей. В этих условиях задние конечности производят шагательные движения, пока движутся передние. Но стоит остановить движения передних конечностей, как движения задних прекращаются². Следовательно, активация «локомоторной области» необходима, но не достаточна для получения ходьбы у мезэнцефалической кошки — требуется еще поступление в центральную нервную систему циклической афферентации³ от конечностей.

Получены указания на то, что во время ходьбы состояние сегментарного аппарата спинного мозга существенно изменяется (по сравнению с периодом покоя). При этом система взаимодействия нейронов изменена в направлении, способствующем производству шагательных движений.

Стимуляция «локомоторной области» не только приводит к формированию «объединенных конечностей», но и активирует межконечностное взаимодействие, весьма слабое в покое. Например, стимуляция «локомоторной области» значительно усиливает влияние афферентации от передних конечностей на двигательные нейроны задних.

Локомоцию мезэнцефалической кош-

ки можно вызвать и стимуляцией пирамидного тракта¹ на уровне варолиева моста. Но для этого необходимо предварительно перерезать пирамидный тракт на уровне продолговатого мозга с тем, чтобы стало невозможным прямое прохождение импульсов в спинной мозг по волокнам этого тракта². Разрушение участков среднего мозга, не препятствующее получению ходьбы от стимуляции «локомоторной области», не мешает и получению «пирамидной локомоции».

Нейроны самой «локомоторной области» (как и нейроны гипоталамуса), по-видимому, не посылают отростков прямо в спинной мозг. Они действуют через какие-то нейроны заднего мозга (варолиева моста или продолговатого мозга), отростки которых идут уже непосредственно в спинной мозг. Сохранность «локомоторной области» существенна для адекватного — транссинаптического³ — изменения состояния этих нейронов заднего мозга. (Непосредственным электрическим раздражением нисходящих отростков нейронов заднего мозга, как показал еще Ч. Шеррингтон⁴, тоже можно вызвать шагательные движения конечности).

Вероятно, высшие отделы мозга (или соответствующие афферентные сигналы) вызывают локомоцию, изменяя состояние «локомоторной области» или возбуждая тесно связанные с ней нейроны заднего мозга. Может быть, для локомоции существенно также торможение тех нейронов заднего мозга, которые подавляют спинномозговую двигательную активность в период, когда животное находится в покое.

К сожалению, опыты, в которых можно было бы прямо оценить роль «локомоторной области» в ходьбе животного с целым неповрежденным мозгом, поставить очень трудно. Поэтому мы не можем утверждать, что роль этой области в натуральных условиях столь же существенна, как у мезэнцефалического препарата. Возможно, те функции, которые мы ей приписываем, могут в естественных условиях быть распределены и между другими участками мозга... В настоящее время еще очень мало известно о механизме корковой и гипоталамической активации автоматической системы управления ходьбой.

✱

Простейший и типичный вид двигательной активности животного — локомоция — хорошо описывается на языке, введенном в I разделе настоящей статьи. Это не значит, что и для рассмотрения более сложных движений (не говоря уже о двигательном поведении!) введенных понятий будет достаточно. Но мы надеемся, что потребность в дополнительных понятиях не перечеркнет содержательности тех, о которых говорилось выше.

✱

В заключение авторы советуют читателю вернуться к I разделу статьи. Авторы надеются, что после ознакомления со II и III разделами читатель более конкретно воспримет те общие соображения, которые изложены в I разделе. Мы рекомендуем также ознакомиться с работами М. Л. Цетлина (они в ближайшее время выйдут отдельным изданием), в которых рассматриваются математические аспекты моделирования простейших форм поведения и высказываются некоторые идеи, близкие к изложенным в настоящей статье.

УДК 574/578
576.3
612.08

¹ М. Л. Шик, Ф. В. Северин, Г. Н. Орловский. «Биофизика», т. 11, 1966, стр. 659. Следует отметить, что частота стимуляции мозга — 25 ÷ 60 стимулов в секунду — очень далека от частоты шагательных движений (1 ÷ 2 в секунду).

² М. Л. Шик, Г. Н. Орловский и Ф. В. Северин. «Биофизика», т. 11, 1966, стр. 879.

³ Циклическая афферентация — это как бы короткий «фильм», «кадры» которого представляют собой серию «афферентных картин», отражающих в мозгу последовательную смену положений конечности при выполнении ею локомоторного цикла (Прим. ред.).

¹ Так называется нервный путь, образованный отростками группы нейронов, расположенных в коре больших полушарий. По пирамидному тракту импульсы, возникающие в нейронах коры, передаются в спинной мозг. (Прим. ред.).

² М. Л. Шик, Г. Н. Орловский, Ф. В. Северин. «Биофизика», т. 13, 1968, стр. 127.

³ Транссинаптическим называется изменение состояния нейрона, вызванное воздействием на него других нейронов, — через синапсы, которые они образуют на данном нейроне.

⁴ С. S. Sherrington. J. Physiol., v. 40, 1910, p. 28.

Новые перспективы генетики человека

В. П. Эфроимсон
Доктор биологических наук

Л. Г. Калмыкова,
Г. С. Маринчева
Научно-исследовательский институт психиатрии
Москва

В науке (или науках) о человеке существует целая совокупность медицинских, социологических и психологических проблем, теснейшим образом связанных с действием генного механизма наследственности. Некоторые из них возникли уже давно; другие приобрели актуальность лишь в последнее время. Чтобы составить представление о важности этого круга вопросов, достаточно перечислить хотя бы некоторые проблемы такого рода: чем объясняется высокая частота таких наследственных заболеваний, как шизофрения и слабоумие? Какова природа наследственного иммунитета? Каковы причины повышения частоты таких заболеваний, свойственных пожилому возрасту, как атеросклероз и гипертония? Наследуется ли одаренность и можно ли ее выявлять в раннем возрасте?

Весь этот комплекс разнообразных проблем, относящихся к генетике человека, лежит фактически на стыке многих наук — генетики, цитогенетики, цитохимии, биохимии, психологии, дефектологии и психиатрии, геногеографии и иммунологии. Как это часто бывает в истории науки, такое объединение разнообразных и независимых научных направлений приводит к их взаимному обогащению и новым неожиданным выводам. Об этих выводах, имеющих важное практическое значение, а также о некоторых перспективах генетики человека социологического и медицинского характера и пойдет здесь речь.

Но сначала остановимся вкратце на современных представлениях о генном механизме наследственности человека.

Число генов человека, их изменчивость и роль родства родителей в наследственной патологии детей

Число генов человека и их изменчивость. По современным представлениям ген — это макромолекула, несущая в себе информацию, которая обеспечивает передачу определенного наследуемого признака. Оценку числа генов, содержащихся в половой клетке, можно произвести следующим упрощенным образом. Согласно модели Уотсона — Крика, основной формирующей единицей в молекуле ДНК, которая связывает определенную аминокислоту, включая ее тем самым в возникающую белковую молекулу, являются три пары нуклеотидов. Для того чтобы ген мог образовать типичный полипептид, состоящий из 100—150 аминокислот, он должен, следовательно, содержать 300—450 пар таких нуклеотидов. Пара нуклеотидов весит 10^{-21} г, следовательно, ген весит около $(3-4,5) \cdot 10^{-19}$ г. Известно, с другой стороны, что вес ДНК в половой клетке равен $3 \cdot 10^{-12}$ г. Таким образом, число генов оказывается близким к $3 \cdot 10^{-12} / 4,5 \cdot 10^{-19} = 7 \cdot 10^6$. По-видимому, почти все эти гены требуются для нормального развития и многократного воспроизведения организма. Определенное таким образом число генов человека оказалось на два порядка более высоким, чем как еще недавно предполагалось из очень ненадежных предположений, не основывающихся на модели Уотсона — Крика.

Частота мутирования генов человека. Частоту мутаций в 1932—1935 гг. не-

зависимо определяли В. П. Эфроимсон в СССР и Дж. Б. С. Холдейн в Англии, исходя из общего принципа естественного отбора: мутационное появление аномалий в конечном счете уравнивается убылью вредных мутаций (например, из-за ранней гибели больных гемофилией, пигментной ксеродермой, туберозным склерозом и другими болезнями). Так как число и убыль наследственно пораженных людей доступны подсчету, то можно подсчитать и частоту возникновения мутаций в данном гене. Вычисленная таким образом частота мутирования отдельного гена оказалась имеющей порядок 1 на 50 000 — 1 на 100 000 гамет за поколение, и эта величина считалась правильной на протяжении более трети века, пока А. С. Стивенсон и С. В. Керр (1967 г.) не показали, что она справедлива лишь для малой группы наиболее мутабельных генов человека. Изучив более представительную группу наследственных изменений — 49 генов, сцепленных с полом, они убедились, что основная масса генов человека мутирует гораздо реже, с частотой порядка от 1 : 1 000 000 до 1 : 10 000 000 половых клеток за 25—30 лет. Итак, средняя частота мутирования отдельных генов оказалась на два порядка меньшей, чем недавно считалось, а число генов на два порядка большим. Поэтому остался правильным старый вывод, что почти каждая половая клетка, наряду со множеством издавна наследуемых мутаций, несет какую-либо совершенно новую мутацию. В этом отношении обе отмеченные выше ошибки скомпенсировались.

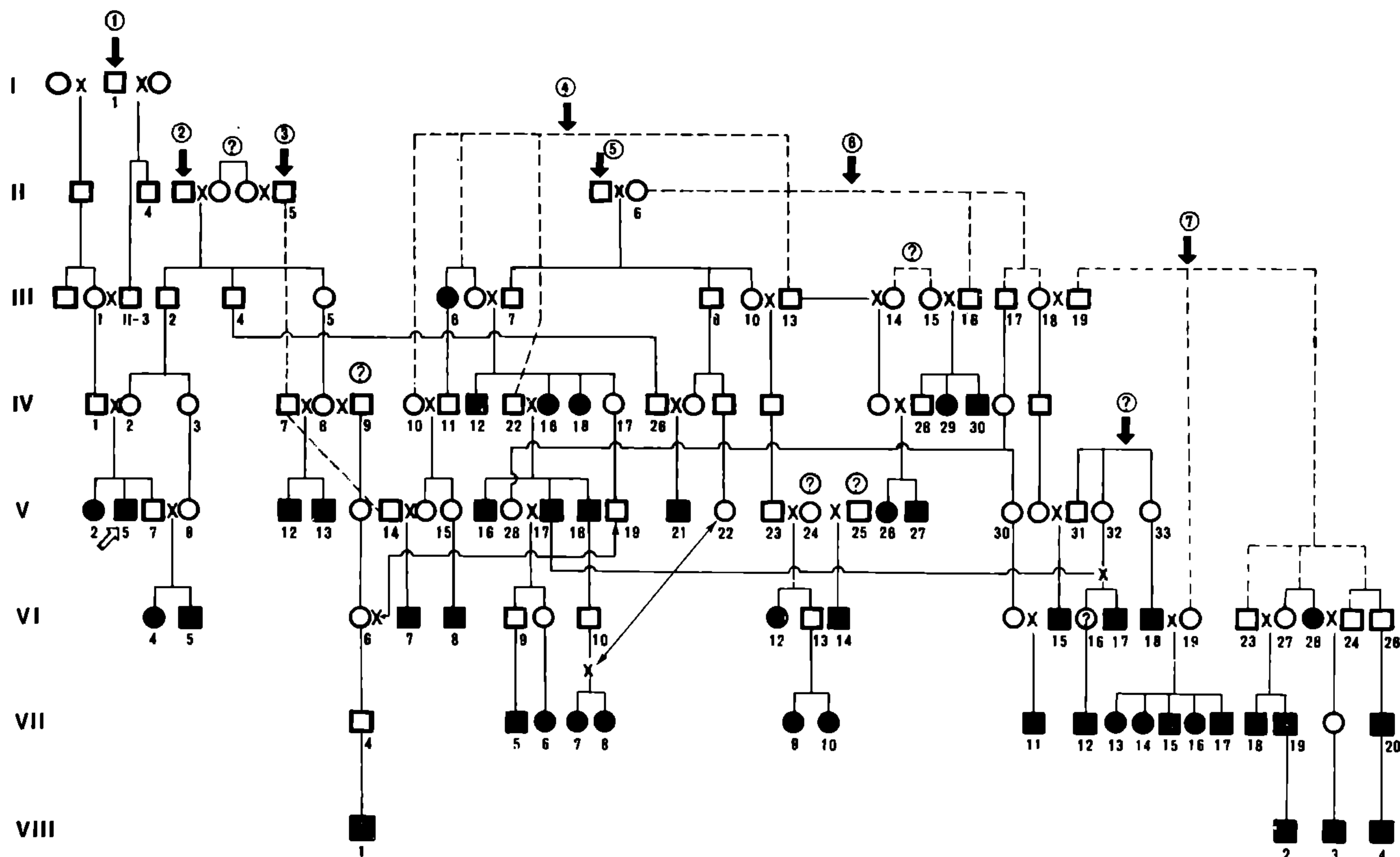


Рис. 1. Родословная с передачей алькаптонурии в испанском роду с частыми родословными браками, вызванными социальной изоляцией от основного населения Доминиканской Республики (из Р. А. Мильха).

Как изменяются гены? На этот вопрос ответили результаты электрофоретического анализа¹ наследственной изменчивости различных белков человека, из которых наиболее изучен гемоглобин эритроцита.

Если гемоглобин представлен у данного человека только однотипными молекулами, то при электрофорезе гемоглобина на бумаге появится лишь одно, цельное пятно. Если же его молекулы неоднородны по своей электрофоретической подвижности, то появятся два пятна: одно — образованное нормальным гемоглобином, и другое — мутантным. Массовые ис-

следования различных мутантных гемоглобинов, приведшие к установлению точной последовательности аминокислот в полипептидах, привели к следующим выводам: мутирование гена сводится к замене одного нуклеотида в ДНК другим; различные нуклеотиды претерпевают мутационные замещения в разных участках ДНК с примерно одинаковой частотой;

мутационные замещения отдельного нуклеотида имеют среднюю частоту порядка $1:100\,000\,000$ — $1:1\,000\,000\,000$ гамет за поколение;

лишь немногие нуклеотидные замены вызывают четкий клинический эффект, а большинство оказываются «холостыми» и не нарушают заметно функции молекулы в организме;

патогенный эффект замен разных нуклеотидов в пределах гена может быть резко различным, так, при мутационных заменах нуклеотидов в гене гемоглобиновой цепи может возникать наследственный цианоз (си-

ношность), гемолитические анемии, лекарственная восприимчивость, гибель на стадии зародыша;

разница в регистрируемой частоте мутирования индивидуальных генов (от $1-2 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-7}$), по-видимому, вызвана тем, что в генах, мутации которых обнаруживаются редко, большинство замен не нарушает функцию кодируемой молекулы;

поскольку в пределах одного гена возникают мутации с самыми различными клиническими последствиями, разнообразие мутаций, возникающих среди $6 \cdot 10^6$ генов человека, примерно на порядок выше этого числа;

возникновение двух одинаковых мутаций за несколько столетий в рамках сотысячной популяции маловероятно;

ребенок может унаследовать одну и ту же мутацию от отца и матери сразу лишь в том случае, если его отец и мать связаны общим предком, от которого к ним и перешел один и тот же мутантный ген (рис. 1.).

¹ Напомним, что электрофорезом называется миграция коллоидных частиц (в данном случае макромолекул гемоглобина) в электрическом поле, направление и скорость которой определяется знаком заряда частиц.

Случайные колебания частот мутантных генов среди населения (дрейф генов), «эффект родоначальника» и одноочаговые («мономутантные») болезни

Если одиночная мутация не подпадает вскоре после возникновения под отметающее или, что бывает чрезвычайно редко, распространяющееся действие отбора, то судьба ее определяется судьбой ближайших и отдаленных потомков ее первых носителей. Если кто-нибудь из них становится основателем, родоначальником многочисленной группы населения, то и мутация распространяется широко. Так, от четы Ван Девентеров, первых буров-колонистов Капской колонии, ген порфирии¹ распространился почти на десяток тысяч потомков. Родоначальник одного шведского крестьянского рода передал рецессивный ген ювенильной амавротической идиотии (поражение людей в юношеском возрасте) 70 000 потомкам; более тысячи больных хореей Хантингтона в США ведут свое происхождение от одной семьи, иммигрировавшей из Англии. Пути распространения мутации легко прослеживаются, если она доминантна или сцеплена с полом. Распространение гораздо более частых рецессивных мутаций прослеживается несравненно труднее. Примеры локального подъема частоты наследственной аномалии, однако, довольно многочисленны. Но на каждый случай случайного распространения мутации приходится тысячи случаев ее случайного же исчезновения. Через фильтр, создаваемый неравномерностью размножения, проходит лишь малая доля возникших мутаций, но разнообразие мутаций, безусловно многократно возникавших в истории человечества, на много порядков превышает число (около 1500) описанных у человека наследственных дефектов, наследующихся по Менделю.

Детальный анализ семейных проявлений нервных болезней по большому числу достоверных сообщений показывает, что уже описанные сотни наследственных болезней нервной системы распадаются на большое число локальных, семейных форм, каждая из которых вызвана единичной, неповторимой мутацией, размноженной благодаря «эффекту родоначальника». Болезни, обязанные своим происхождением единичному мутационному изменению, восходящие к общему родоначальнику, распространяющиеся из единого очага, мы будем называть мономутантными. Такими болезнями являются уже упоминавшиеся южно-африканская порфирия и шведская ювенильная амавротическая идиотия; доминантный паралич век, так называемый птоз с дисфагией, обнаруженный у разбросанных по США и Канаде отдаленных потомков бежавшей из Франции после отмены Нантского эдикта гугенотской семьи, поселившейся на р. Святого Лаврентия; нью-орлеанская микроцефалия; новошотландская форма детского слабоумия — болезни Нимана — Пика; бретонская, иррадиирующая из городка Пон-Л'Аббе форма предрасположения к врожденному вывиху бедра; инфантильная (детская) форма амавротической идиотии; наследственная нечувствительность к боли — дисавтономия; губчатая дегенерация тканей мозга — наследственная болезнь, очагом которой стал участок бывшей черты оседлости в районе Гродно — Каунас — Белосток; наследственная лихорадка, встречающаяся лишь среди двух этнических групп восточного Средиземноморья и Черноморья;

почти три десятка различнейших наследственных болезней, обнаруженных среди малочисленной группы сектантов в США; пигментная дегенерация сетчатки в валлийском роду и бесчисленные «локальные» наследственные болезни, обнаруживаемые при изучении изолированных деревень, сект и каст с частым кровным родством мужа и жены. Эти мономутантные болезни характеризуются каждой сравнительным постоянством проявления в разных семьях и географических зонах; многие из них,

несмотря на редкость и сравнительно малую социально-медицинскую значимость, уже относительно хорошо изучены и для них известен первичный биохимический дефект.

Мутации, разные по начальному, но сходные по конечному эффекту, как основная причина массовых, часто встречающихся наследственных болезней человека

Сопоставляя редкие наследственные болезни с массовыми, нельзя не задуматься над тремя парадоксами:

1. Множество редких наследственных болезней генетически и биохимически прекрасно изучены. В то же время массовые наследственные заболевания, гораздо более важные с социальной и медицинской точки зрения, как, например, шизофрения, маниакально-депрессивный психоз, эпилепсия, олигофрения и глухонмота остаются почти неисследованными.

2. Многие наследственные заболевания, которые до последнего времени интенсивно отметались отбором, а в сравнительно недавнем прошлом были почти летальными, все же имеют широкое распространение.

3. Расчет частоты мутирования, необходимого для того, чтобы поддерживать наблюдаемую частоту этих массовых заболеваний, дает величины, в сотни и тысячи раз превышающие частоты мутирования отдельных генов.

Ключом к решению этих трех парадоксов является то, что мутации, различные по местам локализации в хромосомах, но действующие на один и тот же процесс, на одну и ту же цепь обменных реакций, ткань или орган, могут вызывать фенотипически идентичные аномалии и клинически весьма сходные заболевания. Так, известно не менее шести разных наследственных дефектов синтеза гормона щитовидной железы, вызывающие частично сходные синдромы кретинизма с зобом. Известно не менее четырех разных наследственных блокад синтеза кортизола в коре надпочечников, 11 разных, но кое в чем клинически сходных наслед-

¹ Этот ген вызывает поражения кожи, а главное, столь повышенную чувствительность к некоторым лекарствам, например барбитуратам и сульфамидам, что принятие этих лекарств может иметь смертельный исход. Всем «наследникам» пришлось занести в медицинские карточки предупреждения о запрете этих лекарств.

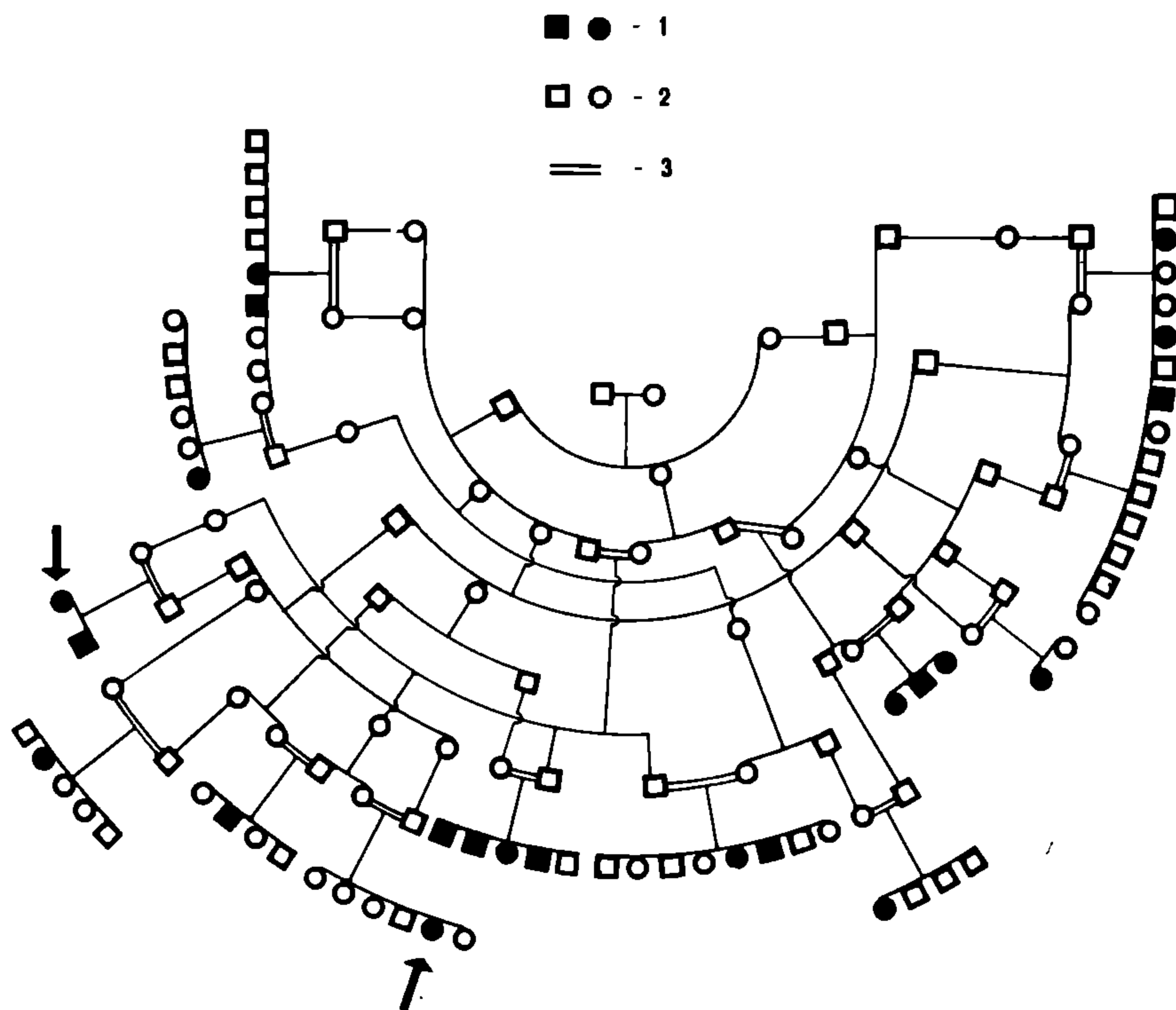


Рис. 2. Родословная с рецессивной передачей микроцефалии. Гетерозиготные носители дефекта имеют пониженный интеллект. 1 — микроцефалы; 2 — здоровые; 3 — двойная черта означает брак между родственниками (из Клеппера и др.)

ственных блокад обмена гликогена, вызывающих различные гликогенозы, более 30 разных наследственных нарушений свертывания крови; известно множество разных рецессивных форм врожденной глухоты и врожденного слабоумия. Если с этой точки зрения подойти к анализу часто встречающихся наследственных болезней человека, таких, как диабет, шизофрения, маниакально-депрессивный психоз, олигофрения, глухонмота и многие другие, то становится очевидной чрезвычайная наследственная разнородность каждого из этих заболеваний. Наследственная гетерогенность точно установлена для наследственной олигофрении и глухонмоты — в последнем случае по высокой частоте детей с нормальным слухом в браках между рецессивно глухонемыми: у обоих родителей глухонмота обычно вызывается разными рецессивными генами. Глухонемой $AAbb$, у которого дефект вызван геном глухонмоты b , женись на глухонемой $aaBB$, у которой дефект вызван другим геном глухонмоты a , дает потомство $AaBb$, у которого оба патологических гена «погашены».

Еще более убеждают в гетерогенности наследственной глухонмоты и олигофрении популяционные расчеты. Что касается олигофрении в той степени, которая обрекает пораженных на обучение в специальных школах, то некоторые наследственные формы ее, по-видимому, не вполне рецессивны и не исключено, что за прослойкой выраженных олигофренов стоит более многочисленная группа социально-адаптированных людей, с существенно ограниченными способностями из-за гетерозиготного носительства генов олигофрении (рис. 2).

Конечный вывод: нормальная, т. е. не шизофреническая, не маниакально-депрессивная, не олигофреническая, психическая деятельность возможна лишь при наследственно-нормальном строении множества субстратов ЦНС и нормальном ходе множества процессов обмена, т. е. при нормальном состоянии многих тысяч или десятков тысяч генов. Мутантное состояние хоть одного из группы в несколько сотен или тысяч (в гомо- или гетерозиготном состоянии) генов вызывает уход в себя (аутизм) и другие

проявления шизофренического типа, мутантное состояние хоть одного гена из другой группы — вызывает склонность к маниакально-депрессивному психозу, изменения в третьей группе генов — олигофрению, в четвертой — глухонмоту, в пятой — эпилепсию и т. д. Но такое понимание наследственной гетерогенности заболеваний, объединяемых одним названием, влечет за собой необходимость искать для каждой пораженной семьи, очага или изолята свой первичный биохимический дефект, отличный от дефекта, вызвавшего клинически сходное поражение в другом изоляте.

До сих пор принципы диагностики наследственных болезней нервной системы несколько напоминали методы английского судопроизводства: судья отыскивал в прошлом наиболее подходящий прецедент, а врач — наиболее подходящий случай, уже описанный в литературе, преимущественно заграничной. Между тем теперь ясно, что новая семья никак не могла иметь менделирующего наследственного дефекта, действительно идентичного тому, который был описан за тысячи километров, десятками лет раньше, в совершенно неродственной группе населения.

К настоящему времени известно более 60 биохимически разных генных и более 200 разных хромосомных aberrаций, одним из следствий которых и есть олигофрения. Можно полагать, что ближайшее десятилетие приведет к разложению шизофрении и маниакально-депрессивных психозов на сотни генетических и биохими-

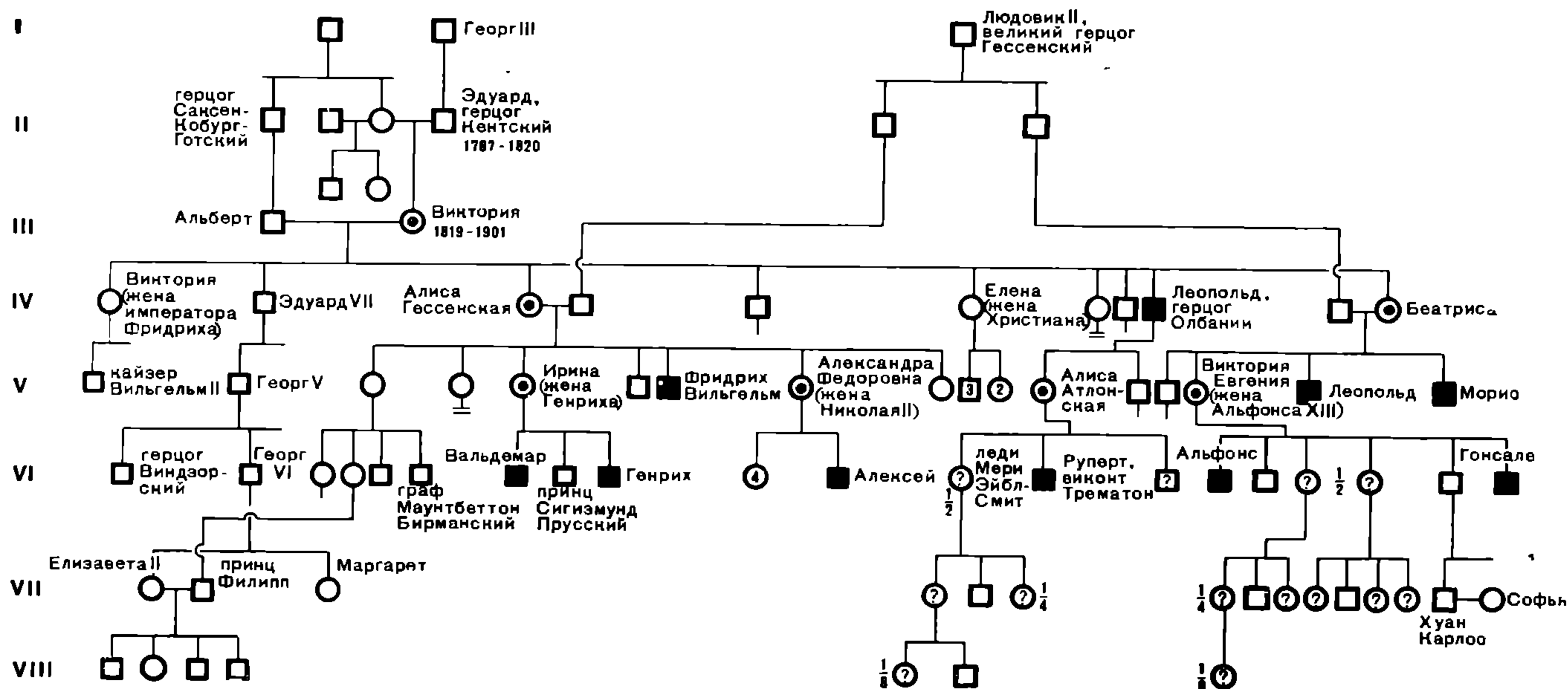


Рис. 3. Передача гемофилии от королевы Виктории через ее дочерей нескольким династиям, в том числе прусским и испанским принцам, а также наследнику Алексею Романову

чески различных заболеваний, для каждого из которых будет отыскиваться свой, специфический и каузальный метод лечения, направленный на исходный биохимический дефект.

В пределах одной семьи и даже пары однояйцевых близнецов можно встретить самые контрастные клинические картины шизофрении, и это убедило психиатров в единстве каузального фактора. На самом деле, внутрисемейные и внутрипарные клинические отличия свидетельствуют лишь о том, что разнообразные пусковые механизмы осуществляют свое действие через «черный ящик» с многими выходами, выбор которых мало зависит от первичного дефекта.

Перейдем теперь к таким тяжелым и в значительной мере наследственным болезням пожилого возраста, как гипертония и атеросклероз. Поскольку любые поздно реализующиеся мутации ничуть не мешали их носителям оставлять потомство, естественно, что человечество из поколения в поколение насыщалось громадным количеством мутаций, действующих

только в пожилом возрасте. В настоящее время резко понизилась смертность в детском, юношеском, среднем и пожилом возрасте. Это сталкивает все большую часть человечества со следствиями накопления мутаций, которые проявляются лишь в пожилом возрасте. Однако дифференциация наследственных дефектов, ведущих к гипертонии и атеросклерозу, еще только начинается, и в этом следует видеть одну из причин все еще малой эффективности борьбы за безынвалидную старость.

Расчленение сборных клинических единиц на подлинные элементарные — задача огромной трудности, но именно это аналитическое направление сулит раскрытие первичных биохимических дефектов, лежащих в основе наследственного заболевания. А история генетики человека показала, что следом за этим идет разработка экспресс-методов, сверххранной диагностики и эффективных методов лечения, уже не симптоматического, но каузального. Примером тому служат успехи лечения фенилкетонурии; гемофилии; болезни Вильсона — поражения тканей печени и мозга; гемохроматоза — накопление железа в тканях; профилактика появления наследственных анемий — талассемии и серповидноклеточности (в последних двух случаях путем указания на 25%

вероятности рождения обреченного ребенка).

Отбор на устойчивость к инфекциям как дополнительная причина наследственной гетерогенности человека

Среди жителей малярийного пояса Евразии и Африки оказались массово распространенными наследственные биохимические изменения эритроцита, безвредные для человека, но в то же время превращающие эритроцит в среду, неблагоприятную для развития малярийного плазмодия. В районах малярийной эндемии носители некоторых из этих мутаций, благодаря большей устойчивости к малярии, оказались на 15—20% более жизнеспособными, чем нормальные люди.

Наблюдения над заболеваемостью и смертностью от оспы показали, что лица группы крови А гораздо чаще и тяжелее болеют оспой, чем лица групп крови В и О; последние, по-видимому, особенно восприимчивы к чуме; поэтому в Центральной Азии, где эндемичны и чума и оспа и где поэтому особенно вымирали люди группы крови О и А, создались очаги максимальной частоты группы крови В; ген этой группы крови затем

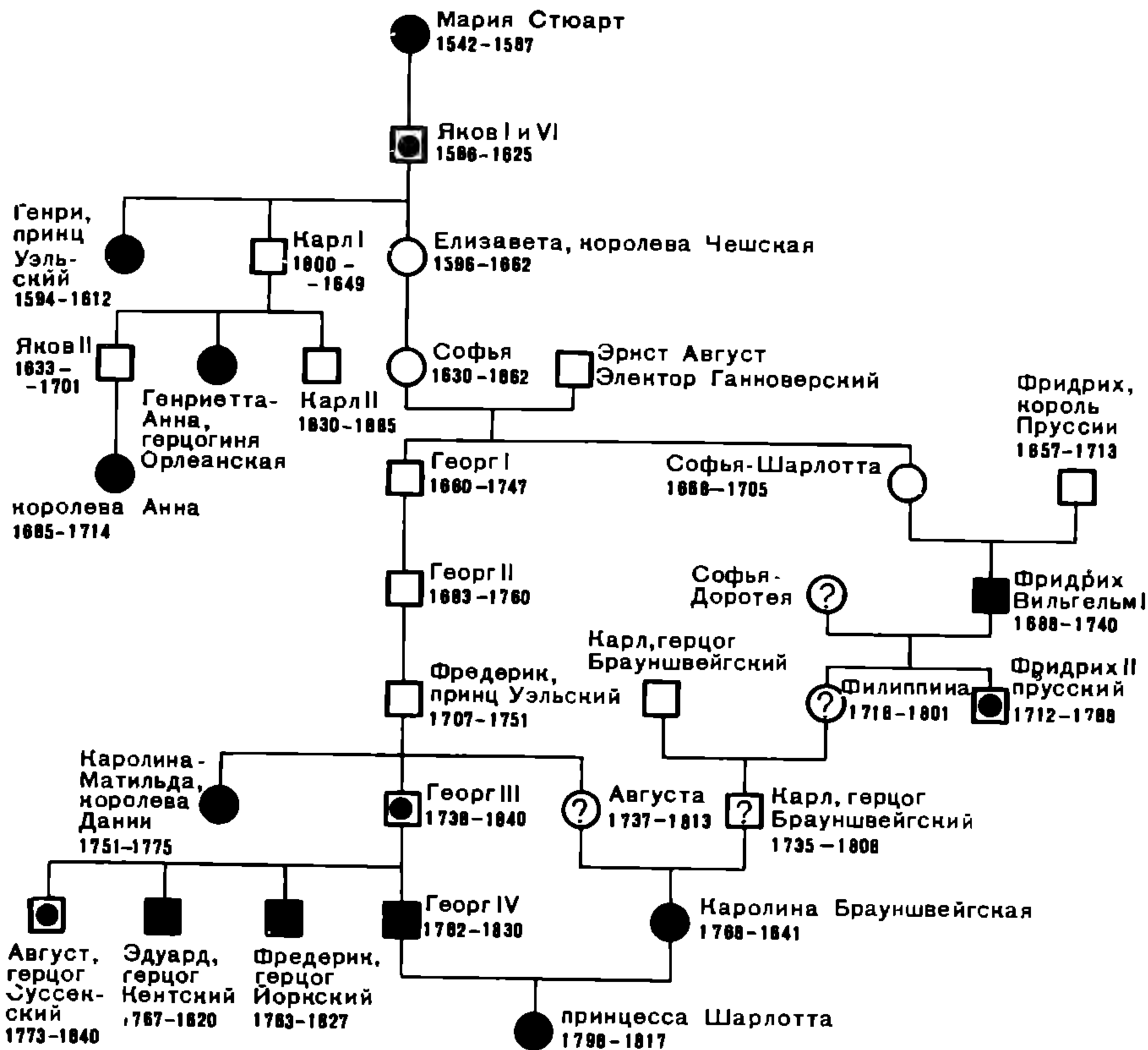


Рис. 4. Передача порфирии от Марии Стюарт королям Якову I и II Стюартам, Гогенцоллернам и Георгам из Ганноверского дома

был распространен нашествиями монголов на Запад.

Разница между «нормальной» и вызывающей ее мутантной молекулой оказывается ничтожной; речь идет о замене одной аминокислоты другой или о замене одного углевода другим. Однако такое ничтожное изменение так или иначе делает молекулу хозяина, необходимую паразиту, недоступной для фермента паразита и создает человеку относительный иммунитет. Поэтому, наряду с «нормальным» геном, лишь немного уступающая ему по частоте, оказывается широко распространенным и его мутантный партнер. Несколькими годами раньше считалось, что такое положение относится только к немногим генам, например, к гемоглобинам и к группе крови АВО, но в последние два года выяснилось, что такие системы распространяются на многие сотни генов человека. Можно предположить, что система чрезвычайной биохимической разнородности, при которой любая пара людей (за исключением однояйцевых близнецов) раз-

нится по многим сотням и даже тысячам биохимических особенностей, имеет большое оборонительное значение: патогенный микроб — паразит, живущий веществами своего хозяина, переходя от зараженного человека к здоровому, оказывается непременно в новой для него среде, в которой ему приходится заново приспособливаться в ходе мутирования и отбора. А за это время макроорганизм успевает мобилизовать механизмы приобретенного иммунитета.

Так это или не так, но наследственные различия биохимизма действительно вызывают резкие семейные различия в реакции на медикаменты. Больных порфирией, для которых барбитураты — опаснейший яд, насчитывается едва ли два десятка тысяч. Зато носители дефекта фермента глюкозо-фосфатдегидрогеназы эритроцита (защитающего от малярии) — их сотни миллионов — реагируют на многие лекарственные препараты тяжелой гемолитической анемией.

Существование резких наследствен-

ных различий в реакции на различные медикаменты привело к появлению особой отрасли медицинской генетики — фармакогенетики.

К счастью, наследственная биохимическая разнородность человечества не стала непреодолимым препятствием на пути гомотрансплантации тканей, так как лишь немногие наследственные различия играют существенную роль в тканевой несовместимости. Установление этих различий, вероятно, позволит подбирать совместимых доноров, хотя подбор совместимой ткани неизбежно окажется гораздо более трудным, чем подбор совместимой крови.

Взаимоотношения естественного и социального отбора

Немного о социал-дарвинизме. Едва ли можно оспаривать, что различные тяжелые наследственные дефекты (олигофрения, глухонмота, шизофрения и т. д.) не только препятствовали социальному подъему, но и способствовали понижению имущественного уровня носителя и его семьи. Однако, обыгрывая это обстоятельство, социал-дарвинисты умалчивали о том, что среди малоимущих классов всегда существовала более высокая детская смертность, которая гораздо быстрее и интенсивнее освобождала эти классы

от биологически нежелательных генов, чем это происходило среди их социальных антиподов. Вовсе не для доказательства наследственной неполноценности «высших» слоев, а лишь для снятия представлений об их наследственном превосходстве, мы приведем две родословных (рис. 3, 4). Одна из них — хорошо знакомая передача гемофилии через императорские, царские, королевские и герцогские дома Европы. Другая — это недавно установленная передача порфирии через королевские дома Стюартов, Ганноверский дом и династию Гогенцоллернов. Эта болезнь, клинически установленная у потомков английского королевского дома, присутствие которой у Стюартов демонстрируется записями лейб-медиков, ответственная за безумие Георга III и Георга IV, освободила английский королевский дом с рождением королевы Виктории. Но королева Виктория оказалась первой гетерозиготной носительницей гемофилии, которую ее потомки передали императорским, царским, королевским и герцогским домам Европы, в частности дому Романовых.

Первая из болезней (порфирия) доминантна, другая (гемофилия) — сцеплена с полом; в обоих случаях появление больных вовсе не связано с кровно-родственными браками. Поэтому распространение этих тяжелейших наследственных болезней в этих знатных родах вызвано отсутствием того отбора, на интенсивность которого среди неимущих слоев и угнетаемых наций умышленно закрывали глаза расисты и социал-дарвинисты.

Улучшение социальных условий, достижения медицины приводят к уменьшению естественного отбора, а следовательно, и к повышению частоты наследственно пораженных. Однако успехи медицинской генетики, в частности, знание механизма наследственной передачи тяжелых заболеваний, помогут предотвратить рождение больных с тем или иным наследственным дефектом. Кроме того, ломка факторов брачной изоляции, которую переживает человечество не только из-за урбанизации и облегчения путей сообщения, но и из-за ликвидации религиозных,

классовых, расовых, имущественных, национальных и профессиональных барьеров, резко снижает частоту родственных браков. Поэтому о повышении частоты наследственных дефектов в будущем приходится опасаться не из-за повышения длительности жизни наследственно пораженных, а главным образом, из-за неконтролируемой угрозы химического мутагенеза.

Немного о педагогической генетике. Чрезвычайное сходство генетически однородных, однояйцевых, близнецов и несходство генетически разнородных, двуяйцевых, близнецов бросается в глаза, хотя условия развития для тех и других обычно одинаковы. Это сходство однояйцевых близнецов не ограничивается внешним обликом. Сходство однояйцевых и несходство двуяйцевых близнецов распространяется буквально на все умственные, интеллектуальные и психические особенности. Несомненно мощная роль генотипа в их детерминации. Но отсюда возникают вопросы, непосредственно связанные с педагогической теорией и практикой. Если генотип по той или другой особенности определяется при зачатии, то в каком возрасте и какими тестами эту наследственную особенность можно выявить? В какой мере она поддается коррекции или развитию? Когда и как можно выявить генотипический профиль способностей ребенка? Какова соотносительная роль наследственности и среды в имеющемся уровне и в достижимых пределах той или иной способности?

Вопросы такого рода, разрешаемые на одно- и двуяйцевых близнецах, почти бесчисленны.

Вынужденные считаться с глубокой, всесторонней наследственной разнородностью человечества, мы вправе задать вопросом, как обстоит дело с наследованием одаренности и не следует ли ввести ранний профотбор по способностям. Человечество в своем развитии пока лимитируется вовсе не нехваткой талантов, а невозможностью создать для них достаточно рано условия, оптимальные

не только для развития и проявления таланта, но и для того, чтобы привить любовь именно к тому делу, к которому обладатель данного таланта наиболее пригоден.

Что касается раннего отбора талантов, то на Западе и в США, а в последнее время и в социалистических странах Европы (Польша, Венгрия) широко применяются методы объективного тестирования, позволяющие оценить уровень различных умственных способностей индивида и тем самым помочь ему в выборе определенной сферы будущей деятельности. Однако это далеко не всеобъемлющий критерий для прогнозирования будущих успехов. Спустя много десятилетий после введения этих тестов в Англии и США были проведены исследования связи между результатами тестов, отметками в школьно-университетский период и последующими достижениями в науке, технике, искусстве, литературе и практической деятельности. Выяснилось, что при способностях, несколько превышающих норму, последующие достижения весьма сильно связаны с несколько неожиданными характерологическими свойствами подростков и юношей — «одержимостью», которая выражалась в чрезвычайно интенсивных занятиях одними предметами при «прохладном» отношении к неинтересным. Действительно, жизнь каждогодневно убеждает в том, что подлинно творческие успехи выпадают лишь на долю тех, в ком неплохие способности сочетаются с направленным творческим накалом. Кстати, создание научной школы или художественного направления всегда включало в себя элементы отбора на «одержимость» и воспитания ее.

Мы убедились в том, что естественный отбор, создающий наследственный иммунитет, с необычайной интенсивностью влиял на наследственную биохимическую и антигенную разнородность. Несомненно, эта наследственная разнородность распространяется и на множество свойств, важных для педагогики. Эра педагогической генетики не за горами.

УДК 575

Породы мантии на поверхности Земли

А. Л. Книппер
Кандидат геолого-минералогических наук



Андрей Львович Книппер, старший научный сотрудник лаборатории сравнительной тектоники и магматизма Геологического института АН СССР. В течение последних лет занимается проблемой размещения и происхождения ультраосновных пород в молодых складчатых областях Альпийского пояса.

Ультрабазиты — породы, чуждые земной коре

Если вы когда-нибудь бывали на станции московского метро «Преображенская», то, наверное, обратили внимание на красивую зеленоватую облицовку ее колонн. Блестящая, иногда с черными крапинками и полосами, она вызывает какое-то скользко-холодное ощущение и очень напоминает кожу змеи. Эта горная порода, очевидно, производила одинаковое впечатление и на уральских рудознатцев, и на потомков древних римлян, и на греков: все они окрестили ее удивительно одинаково, произведя название от слова «змея». Первые называли ее змеевиком, вторые — серпентином, а третьи — офиолитом.

Серпентиниты, как теперь называют эту породу большинство геологов, представляют собой продукт изменения ультраосновных пород¹ — дунитов, перидотитов и пироксенитов, с которыми геологов связывает старая дружба. Дело в том, что эти породы вот уже многие века дают человечеству хромиты, никель, золото, платину, ртуть, асбест, тальк и некоторые другие полезные ископаемые.

Важная особенность ультраосновных пород состоит в том, что они слагают гигантские (хотя и узкие) пояса, протягивающиеся на огромные расстоя-

ния через континенты. Самым большим из таких поясов является Тихоокеанский, он опоясывает западное и часть восточного побережья Тихого океана от Калифорнии и Аляски до Японии и Австралии. Другой, не менее крупный пояс протягивается вдоль всей Альпийской области Евразии — от Италии на западе до Бирмы и Суматры на востоке. По сравнению с этими зонами такие общеизвестные области развития ультраосновных пород, как Аппалачская, Кубинская, Уральская, Казахстанская и Алтае-Саянская, вообще кажутся «мелочью», хотя длина одного Уральского ультраосновного пояса — 2500 км. Но ультраосновные породы распространены не только на поверхности континентов. Как это стало известно сравнительно недавно, их выходы протягиваются вдоль центральных частей срединноокеанических хребтов в Атлантическом и Индийском океанах. Можно думать, что общая их площадь на дне океанов значительно больше той, которую мы знаем в настоящее время.

Таким образом, несмотря на то, что в процентном отношении ультраосновные породы имеют подчиненное значение в общем объеме горных масс, слагающих земную кору, они все же являются ее необходимой составной частью.

Однако ультраосновные породы (иначе ультрабазиты или гипербазиты) — образования необычайно своеобразные и по своему составу и по геохимической характеристике абсолютно чужды породам земной коры, так же как был бы чужд дипло-

¹ Ультраосновные породы — общее название для группы пород с незначительным количеством кремнезема. Состоят только из одного или нескольких цветных минералов, главным образом оливина и пироксенов; при преобладании оливина порода называется дунитом, при преобладании пироксенов — пироксенитом.



Каждое серпентиновое тело — это множество блоков, состоящих из относительно слабо серпентинизированной породы. Блоки эти разделены серпентинитовыми сланцами или серпентинитовыми милонитами. На снимке — часть серпентинитового тела (Азербайджан)

док или бронтозавр современному животному миру.

Поскольку вряд ли можно предполагать, что гипербазиты имеют метеоритное происхождение, нужно считать, что ультраосновной материал поступает на дневную поверхность из недр нашей планеты, а именно из того слоя, который у геофизиков получил название верхней мантии и который, по всей видимости, сложен породами ультраосновного состава. Глубина залегания верхней крошки этого слоя (поверхность Мохоровичича) под континентами — в среднем 40—50 км, а под океанами — 10—15 км, считая от уровня Мирового океана.

Способ проникновения гипербазитов из верхней мантии на дневную поверхность на первый взгляд кажется абсолютно ясным: огненножидкая ультраосновная магма, подобно базальтам и гранитам, поднимается из недр земного шара и прорывает различные горные породы, слагающие земную кору. Все очень просто и, казалось бы, не вызывает никаких возражений.

Минералогический состав ультраосновных пород (типично магматиче-

ский комплекс минералов), характер залегания (рвущие контакты), тесная связь в пространстве с другими несомненно магматическими образованиями (базальтами), на первый взгляд однозначно решают вопрос в пользу магматической гипотезы. Однако в последнее десятилетие ее сторонникам все чаще приходится отстаивать свою точку зрения.

С чем связаны эти, пока еще довольно робкие, но весьма частые нападки на гипотезу, которая вроде бы является геологической аксиомой и не требует никаких дополнительных доказательств? На мой взгляд, — с тремя обстоятельствами.

Прежде всего, отмечу, что в последнее время исследование гипербазитов перестало быть уделом петрографов и петрологов, изучавших в основном само вещество ультраосновных пород. Они стали предметом пристального изучения геологов — картировщиков и тектонистов, которые, естественно, основное свое внимание уделяют взаимоотношениям ультраосновных тел (как единого целого) с окружающими породами, их положению в структуре определенного региона и месту в истории геологического развития.

Далее. Бурно шагнувшая за последние 10—15 лет геофизика дает геологам все новые и новые данные о строении земной коры и верхней мантии. Предположения геофизиков о составе различных слоев земного шара, температурах и давлениях на больших глубинах уже не могут легко отбрасываться при геологических

построениях, как это делалось еще совсем недавно.

И, наконец, последнее обстоятельство. Так же как и геофизические данные, результаты лабораторных экспериментов по созданию термодинамических условий (плавления и кристаллизации при высоких температурах и давлениях), близких к таковым в верхней мантии, необычайно сужают полет нашей бурной геологической фантазии.

Здесь мы попытаемся разобраться в ряде весьма сложных вопросов, связанных с происхождением только одной из групп ультраосновных пород — той, которой уральские геологи присвоили название дунит-гарцбургитовой формации. В последнее время многие петрологи склонны называть ее просто гипербазитовой формацией. Эти же породы западноевропейскими и американскими исследователями объединяются под названием альпинотипных перидотитов или альпинотипных серпентинитов. Все эти термины являются синонимами, хотя в их названии уже отражен подход определенных групп геологов к изучению ультрабазитов.

Термины дунит-гарцбургитовая и гипербазитовая формация — скорее петролого-петрографические, так как подразумевают определенную геохимическую характеристику и состав пород, а также соотношение различных пород внутри формации. Альпинотипный серпентинит — термин скорее тектонический, так как во главу угла в нем ставится положение ульт-

раосновных пород в структурах земной коры определенного типа.

Начнем свои исследования с того, с чего обычно начинает любой геолог: поедем в поле.

«Холодные интрузии»

В полевых условиях мы немедленно обнаружим, что каждый из ультраосновных поясов состоит из цепочек массивов, величины которых варьируют в очень больших пределах. Встречаются тела длиной в 20—30 м, но нередки и массивы, протягивающиеся на первые сотни километров.

Внутренняя структура отдельных массивов крайне неоднородна. Эта неоднородность, в первую очередь, заключается в том, что каждый из них очень сильно раздроблен и состоит из множества то относительно крупных, то мелких блоков, которые разделены перетертыми и рассланцованными породами — тоже ультраосновными. Кроме того, наблюдается и неоднородность состава этих массивов. Дело в том, что внутри почти каждого из них встречаются самые разнообразные по величине (вплоть до десятков кубических километров) включения пород, не имеющих никакого отношения к ультрабазитам. Это — кристаллические сланцы, мраморы, габбро, базальты, кремнистые сланцы, радиоляриты, известняки, конгломераты и многие другие породы. Необычайно интересен тот факт, что все эти породы встречаются только среди рассланцованных, брекчированных и перетертых серпентинитов и никогда не были найдены внутри массивных перидотитов и дунитов. Но самое, пожалуй, поразительное состоит в том, что эти породы, погруженные целиком в ультрабазиты и как бы плавающие в них, не несут никаких следов воздействия ультраосновной магмы. Никаких следов высокотемпературного метаморфизма нет и в породах, вмещающих альпинотипные перидотиты. Это настолько поразительно и постоянно, что никак не может быть явлением случайным.

Все, о чем мы рассказали, может привести только к одному выводу: ультраосновное вещество в момент его внедрения было относительно холодным и плотным. Именно поэтому «холодные интрузии» в момент их внедрения оказались раздробленными и перетертыми, захватили с собой куски прорванных ими пород и не дали активных контактов ни с экзотическими включениями, ни с вмещающими их породами.

Сам процесс холодного внедрения ультраосновных пород под влиянием тектонических сжатий в настоящее время никем не оспаривается. Подобного типа «холодные интрузии» получили после работ великого английского ученого Ч. Лайеля название протрузий.

Однако факт признания протрузий немедленно влечет за собой следующий вопрос: каковы масштабы этого явления? Может быть, протрузионный способ внедрения альпинотипных перидотитов — единственно возможный, а магматический способ или вообще невозможен, или же играет крайне незначительную роль? Ведь именно это утверждают сторонники так называемой мантийной гипотезы, по мнению которых тела альпинотипных перидотитов — не что иное, как куски мантии, перемещенные в виде протрузий в верхние части земной коры.

В настоящее время мантийная и магматическая гипотезы становления ультрабазитов в верхней части земной коры наиболее популярны среди геологов, хотя последняя имеет несравненно большее число приверженцев, нежели первая.

Давайте станем сначала на точку зрения последовательного магматиста, а затем — «протрузиониста» и постараемся представить себе, как должно происходить внедрение ультраосновного расплава или холодного блока мантии в верхние части земной коры, что при этом должно произойти и насколько хорошо эти представления будут увязываться с известными нам фактами.

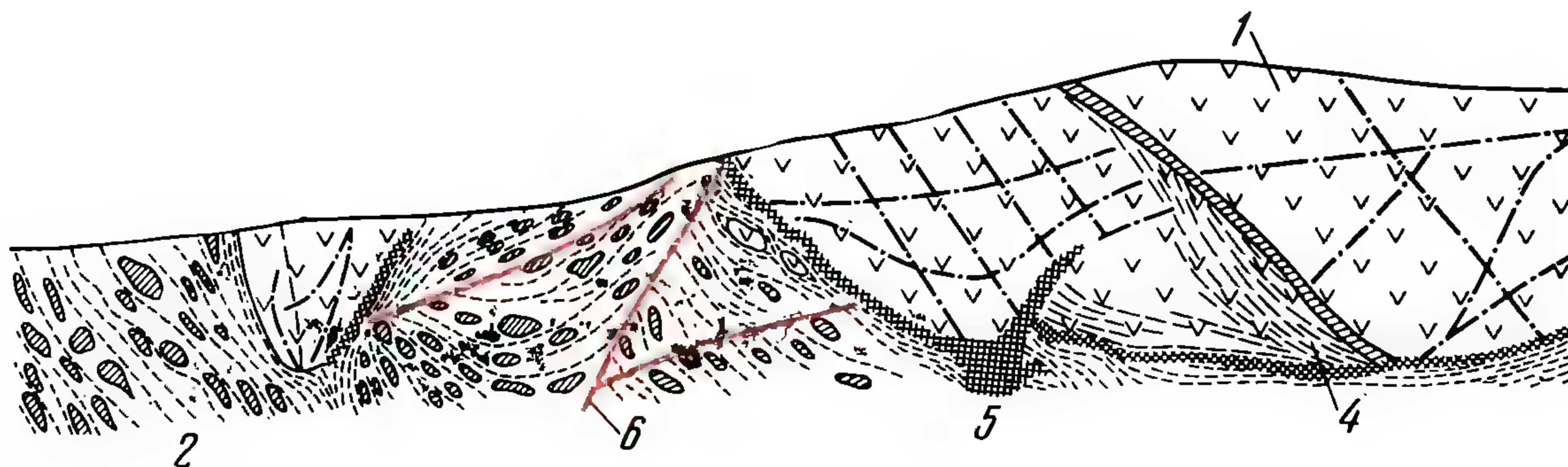
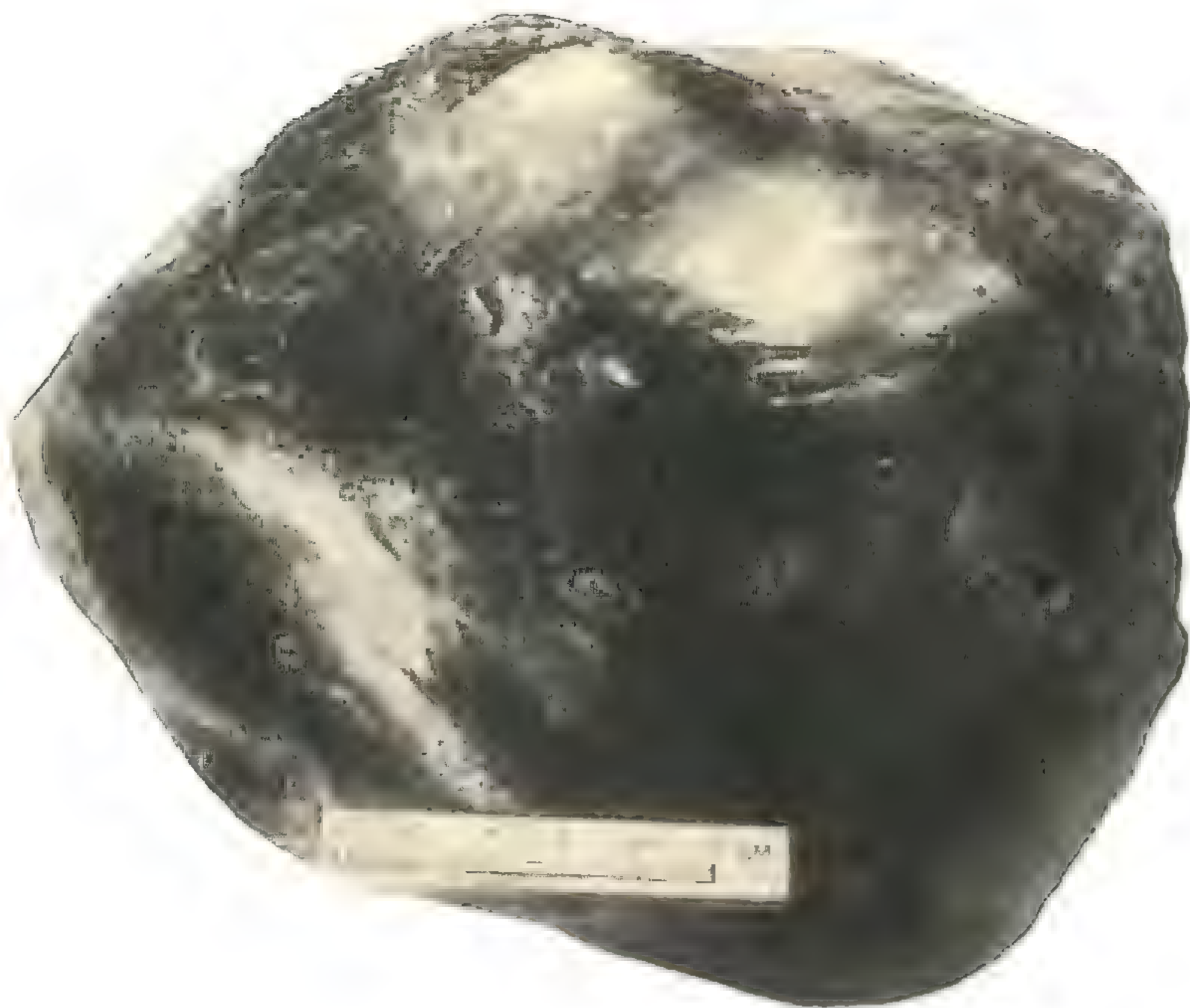
Магматический способ внедрения гипербазитов

Необходимым условием для сторонника магматической гипотезы является существование ультраосновного расплава, который возникает при переплавлении вещества верхней мантии (в этом, кажется, в настоящее время убеждены все). Известно, что мощность слоя верхней мантии под континентами и океанами равна примерно 50 км. Ниже располагается так называемый слой Гутенберга, или волновод. В его пределах происходит выплавление базальтовых магм, которые затем, пройдя через вышележащие слои земного шара, изливаются на поверхность нашей планеты.

Поскольку ультраосновное вещество более тугоплавко, чем базальтовое, заранее можно предполагать, что температурные условия для выплавления ультраосновной магмы отсутствуют вплоть до поверхности волновода. Подтверждается это следующим: в базальтовых лавах содержатся оплавленные включения ультраосновных пород, захваченные в твердом виде из пород верхней мантии. К такому же выводу мы придем, если сопоставим кривую распределения температур внутри земной коры и верхней мантии с кривой, соединяющей точки плавления ультраосновных пород при соответствующих температурах и давлениях. Мы увидим, что эти две кривые, по крайней мере до поверхности волновода, не пересекаются. Следовательно, распределение температур и давлений внутри верхней мантии в нормальных условиях не дает возможности получить ультраосновную выплавку.

Поэтому для выплавления ультраосновной магмы из подкорового субстрата необходима какая-то дополнительная энергия, дающая резкое локальное повышение температур. Эта энергия, по-видимому, может возникать лишь за счет преобразования механической энергии в тепловую в результате каких-то механических нарушений в пределах верхней мантии. Скорее всего, подобные деформации возникают в начальные этапы развития крупных прогибов земной коры —

Все серпентинитовые блоки (или бунды) как бы обжаты и имеют округлую, эллипсоидальную, угую- или кирпичеобразную форму. Их края всегда сглажены, а поверхность представляет собой сплошное зеркало скольжения. На снимке — блок серпентинита со сглаженными краями (Новая Зеландия)



Включение лав кислого состава (1) в серпентинитах (2) в районе г. Санта-Клара (Куба). Включения разбиты трещинами (3) и в краях рассланцованы (4); серпентиниты сильно раздроблены, перетерты — милонитизированы (5), разбиты многочисленными трещинами (6) и рассланцованы (рис. Р. Кабрера и автора)

геосинклиналей, в момент заложения крупных расколов, рождающихся в глубинах мантии. В дальнейшем вдоль этих расколов, как по каналам, и двигались вверх гипербазиты и базальтоидные расплавы. Это предположение подтверждается тем, что гипербазиты пространственно связаны с базальтоидными толщами, изливавшимися в самые начальные моменты развития какой-либо геосинклинальной зоны.

Следовательно, если возникновение ультраосновного расплава и возможно, то оно резко локализовано во времени и должно относиться к категории явлений весьма редких.

Однако все же предположим, что ультраосновная выплавка возникла. Каков будет ее дальнейший путь в более верхние части земной коры и что с ней произойдет? Здесь, вероят-

но, возможны два варианта. Первый: ультраосновной расплав быстро поднимается в самые верхние горизонты земной коры, где и произойдет его кристаллизация. Второй: ультраосновная магма движется очень медленно или задерживается где-то в промежуточной магматической камере. В этом случае частичная кристаллизация расплава происходит в глубоких частях нашей планеты, а в верхнюю часть земной коры проникает уже кашеобразная, полураскристаллизованная масса, состоящая из кристаллов оливина и пироксена¹, плавающих в каком-то количестве остаточного расплава.

Рассмотрим сначала первый вариант, при котором ультраосновная магма из области высоких температур и давлений быстро попадает в термодинамические условия, близкие к атмосферным. Температура этой магмы должна быть достаточно высока, никак не меньше 1000° — 900° С. Однако, как уже отмечалось, высокотемпературный метаморфизм в породах, окружающих гипербазиты, отсутствует. Это — непреодолимый барьер на пу-

ня объема гипербазитов при серпентинизации, прямая серпентинизация оливинов и пироксенов, отсутствие следов выноса магния в породы, окружающие альпинотипные перидотиты, равномерная зернистость ультраосновных пород и др. — все это резко противоречит «классической» магматической гипотезе внедрения гипербазитов в виде огненножидкой магмы.

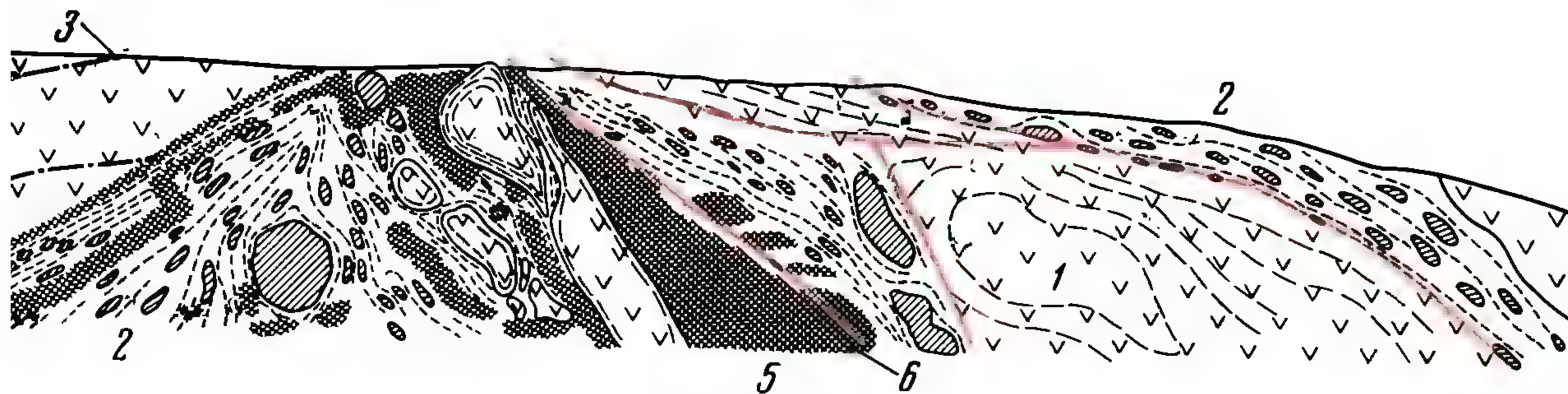
Рассмотрим второй вариант: в промежуточной камере происходит частичная кристаллизация ультраосновного расплава, а затем эта масса, вторично приведенная в движение, внедряется в верхние части земной коры, где застывает и кристаллизуется. Мы разберем эту точку зрения несколько подробнее, поскольку она сейчас очень популярна среди геологов.

На первый взгляд кажется, что это представление достаточно хорошо объясняет факт отсутствия высокотемпературных контактов: магма успела «подостыть» в промежуточной камере. Только надо решить, до какой температуры она могла бы ох-

жих глубинах, где господствует близкая к 1000° температура. Температуры такого порядка, по расчетам геофизиков, существуют только вблизи поверхности волнового. А это значит, что выплавившаяся ультраосновная магма нисколько не продвинулась к поверхности земного шара.

Температурный предел кристаллизации ультраосновной магмы накладывает также существенные ограничения на предположение, что возникшая в каком-то магматическом очаге «каша» затем внедряется в верхние части земной коры. Чтобы это произошло, полужидкая масса на всем своем пути должна сохранять температуру, близкую к 1000° (т. е. все время подогреваться), что трудно себе представить, даже обладая богатым воображением.

Кроме того, попробуем представить себе такой промежуточный очаг, в котором произошла частичная кристаллизация расплава, где кристаллы и оливинов, и пироксенов как бы плавают в остаточном расплаве. Необходи-

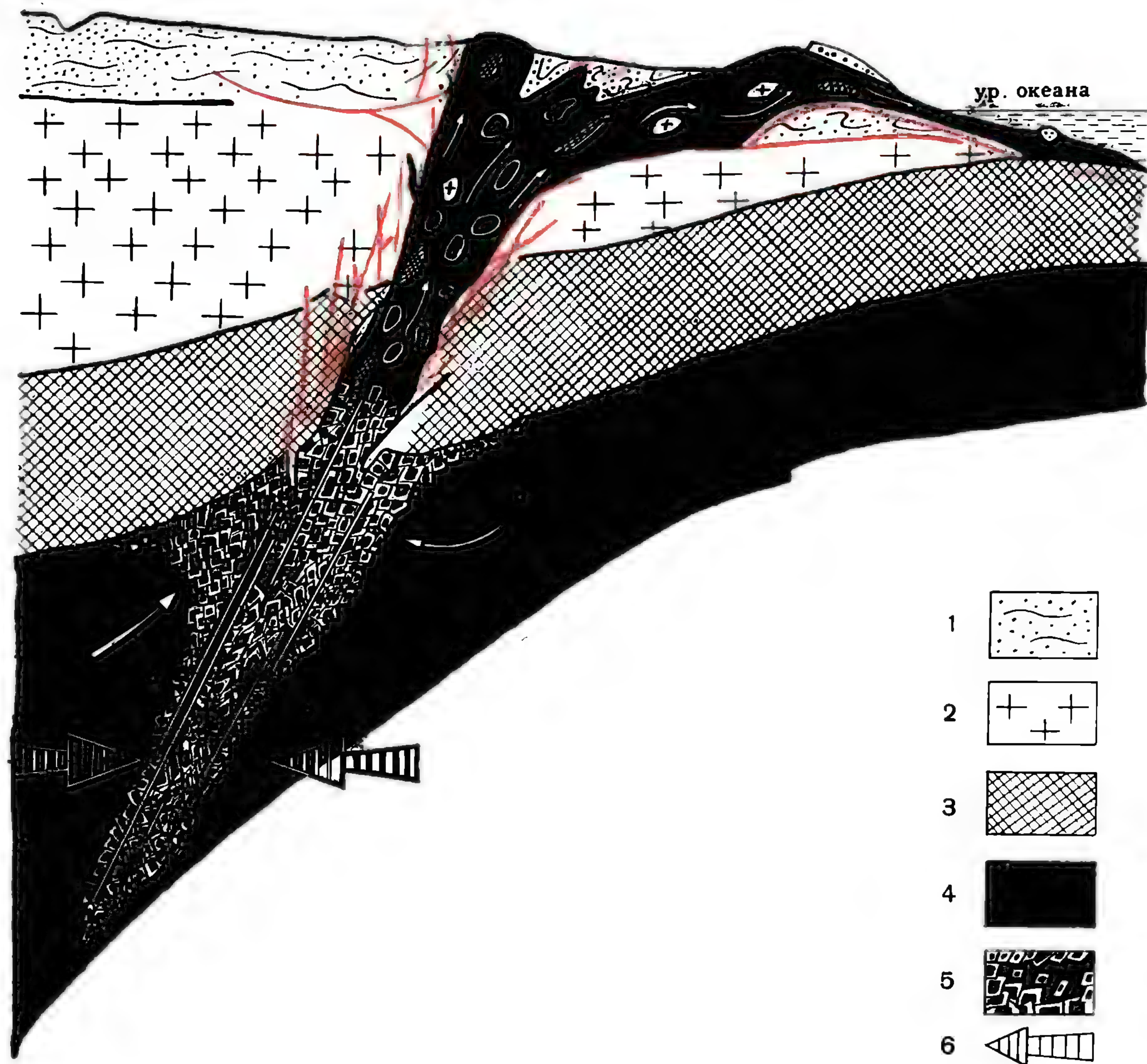


ти сторонников разбираемой гипотезы. Собственно говоря, одного этого факта вполне достаточно, чтобы убедиться в невозможности такого способа внедрения ультраосновной магмы. Однако существует и еще целый ряд обстоятельств, опровергающих эту гипотезу: отсутствие следов увеличе-

латься, оставаясь при этом полужидкой? Как известно, кристаллизация ультраосновного расплава начинается при температурах порядка 1100 — 1200° С, а ниже температуры 1000° (при атмосферном давлении) существование ультраосновного расплава невозможно. Следовательно, для того чтобы происходила медленная кристаллизация расплава, магматический очаг должен находиться на та-

ким предположить, что химический состав этого остаточного расплава будет отличаться от химического состава выпавших ранее минералов. Если эта масса внедряется в верхнюю часть земной коры, где она окончательно и кристаллизуется, то тогда в ультраосновных породах должны наблюдаться две фазы кристаллизации, выраженные как во внутренней структуре пород, так и в их химизме.

¹ Оливин $(Mg, Fe)_2SiO_4$ и пироксены $(Ca, Na, Li)(Mg, Fe, Al)[Si_2O_6]$ — минералы из группы силикатов.



Протрузии альпинотипных перидотитов возникают в результате дробления ультраосновного вещества верхней мантии и перемещения его в верхние слои земной коры в твердом виде. 1 — осадочный слой, 2 — «гранитный» слой, 3 — «базальтовый» слой, 4 — верхняя мантия (ультраосновной слой), 5 — зона дробления, 6 — направление сжатия

Под микроскопом мы увидели бы крупные кристаллы оливина и пироксена (кристаллизация в промежуточном очаге), сцементированные слабо раскристаллизованной или стекловатой массой (кристаллизация в поверхностных условиях). Кроме того, эта масса должна была бы иметь иной химический состав, отличающийся от такового в минералах первой фазы кристаллизации.

В альпинотипных перидотитах ничего даже близко похожего на это не наблюдается.

Мало того, гипотезе «магматической каши» противоречит отсутствие ориентированного расположения минералов первой фазы кристаллизации. С чисто геологических позиций при такой точке зрения мы должны были бы ожидать внедрения ультраосновных интрузий где-то в середине или даже в конце геосинклинального цикла (задержка расплава в промежуточной магматической камере). Однако альпинотипные перидотиты главным образом внедряются в начальные этапы развития геосинклинальных систем.

Можно было бы привести еще много геологических фактов, которые вступают в противоречие со взглядами сторонников магматической гипотезы, однако, как мне кажется, вполне достаточно того, что уже было сказано.

Протрузионная гипотеза

Самым трудным для сторонников протрузионной гипотезы всегда являлся вопрос: может ли ультраосновной материал в холодном виде перемещаться на большие расстояния, а если может, то каким способом? Все остальные вопросы, стоящие в тупик магматистов, легко разрешаются, если предположить, что гипербазиты — это нерасплавленные блоки мантии, поступившие в поверхностные части земной коры из верхней мантии.

Таким образом, необходимо выяснить, как ведет себя ультраосновная порода при высоких давлениях. Совсем недавно опытами советских геологов И. В. Лучицкого, В. И. Громина и Г. Д. Ушакова было показано, что в условиях давлений, отвечающих глубинам от 4—5 до 12—15 км, ультраосновные породы (как серпентиниты, так и относительно слабо серпентинизированные гипербазиты) «...могут, вследствие высокой пластичности, перемещаться в твердом состоянии в массе компетентных пород. Следовательно, данные экспериментального изучения деформации оливинита и серпентинита хорошо согласуются с представлениями, предполагающими возможность внедрения гипербазитов в твердом состоянии в виде «холодных интрузий». В условиях опыта, при давлении 15,8 кбар, оливиниты дробились на отдельные зерна оливина, разделенные пылеватым агрегатом того же оливина, и внедрялись по трещинам в смежные прослои мрамора. Серпентиниты же вели себя как высоко пластичные породы, и в них «...развивалась тонкая сланцеватость, и в процессе эксперимента наблюдалось пластичное облекание серпентинитовой массой блоков кварцита и обсидиана»¹.

Однако эти опыты проводились в условиях температур, свойственных поверхности земного шара. Поэтому особый интерес представляют опыты, проводимые с увеличением температур. В таких условиях серпентинизированные гипербазиты ведут себя иначе.

Как показали опыты американских геологов С. Релея и М. Паттерсона, в серпентинитах при увеличении давления (до 5 кбар) и температуры (до 600°С — предел существования серпентина как минерала) начинается вынос воды (десерпентинизация). В связи с потерей воды во время разогрева серпентинит теряет пластичность, которой он обладает при низких температурах. Увеличение времени прогревания образца способствует возникновению хрупкой деформации при более низких давлениях. Дробление серпентинитов при высоких давлениях приводит к взаимному перемещению отдельных пластин, будин (блоков) относительно друг друга. Кроме того, при десерпентинизации в краевых частях образца возникает вторичный оливин, развивающийся по серпентину, в результате чего краевые части породы, подвергающиеся эксперименту, приобретают типичную порфировидную текстуру¹. Эти опыты показывают, что, во-первых, перемещение серпентинитов под давлением в условиях повышенных температур происходит не в результате пластичного течения, как это обычно считается, а в результате дробления и взаимного проскальзывания передробленных обломков серпентинитов. Именно поэтому серпентиниты почти всегда обладают конгломератовидной текстурой, зеркалами скольжения на фланцах будин и др. Во-вторых, эти эксперименты показывают, что порфировидная текстура краевой части ультраосновного массива отнюдь не является признаком более быстрого остывания краевой части интрузии при магматическом внедрении.

И, наконец, самое главное: движение раздробленных серпентинитов будет

сопровождаться трением отдельных серпентинитовых блоков и пластин друг о друга и об окружающие породы. Трение неминуемо вызовет местный разогрев серпентинитов, а следовательно, и их десерпентинизацию. Этот процесс будет сопровождаться выделением воды, которая, в зависимости от ее температуры, способна породить разнообразные, в основном низко- и среднетемпературные изменения в окружающих породах. Температурным пределом минеральных сообществ, порожденных этим явлением, будет служить предел существования серпентина как минерала, т. е. 500—600°. Именно эти среднетемпературные ассоциации наиболее характерны для очень редких случаев активных контактов ультраосновных пород (амфиболитовая стадия метаморфизма).

Итак: лабораторные эксперименты не только подтверждают возможность внедрения альпинотипных серпентинитов в виде протрузий, но даже указывают, каким способом это происходит.

Путь проникновения протрузий из мантии Земли в осадочные и вулканогенные толщи верхней части земной коры можно представить себе следующим образом. В результате возникновения глубинных разломов в земной коре и верхней мантии происходит дробление ультраосновного субстрата. Процессы сжатия приводят в движение передробленную массу, состоящую из обломков, сцементированных ультрабазитовым милонитом. В твердом состоянии эта масса начинает передвигаться вверх, в область пониженных температур и давлений. При достижении уровня земной коры, где господствуют температуры порядка 600°, и приносе воды (источник которой нам остается неизвестным) начинается серпентинизациядвигающихся протрузий. Естественно, что серпентинизирующие растворы легче всего проникают в межблоковые пространства, туда, где ультрабазитовый материал наименее плотен и хорошо проницаем для растворов. Водная среда, играющая роль смазки, значительно облегчает передви-

¹ См. кн. И. В. Лучицкий, В. И. Громин, Г. Д. Ушаков. Эксперименты по деформации горных пород в обстановке высоких давлений и температур. Изд-во «Наука». Сибирское отделение. Новосибирск, 1967.

¹ Тип строения горной породы, при котором в мелкораскристаллизованной массе содержатся крупные выделения какого-либо минерала, возникшие на первых этапах кристаллизации.

жение протрузий. В конце концов они достигают земной поверхности или же останавливаются на какой-то глубине. Эта остановка вызывается прекращением тангенциальных сжатий в пределах земной коры и верхней мантии. При этом протрузии образуют как бы цепочку тел, располагающихся вдоль зоны глубинного разлома. Последующая фаза сжатий вновь приводит в движение протрузии. Снова они начинают колотиться, десерпентинизироваться в одних местах и серпентинизироваться в других. Десерпентинизация более свойственна для тел альпинотипных перидотитов, остановившихся на глубине 5—10 км от дневной поверхности, где наблюдаются относительно высокие температуры. Движение этих массивов напоминает в какой-то мере движение массы осколков льда, каждый из которых окружен тонкой пленкой воды, возникающей во время его таяния при увеличении давления.

В приповерхностных частях земной коры, в ее осадочной оболочке, где сколько-нибудь высокие температуры отсутствуют, серпентиниты не колются, а текут, образуя диапироподобные структуры. Вдоль своего пути от недр мантии вплоть до дневной поверхности протрузии дробят и выносят вместе с собой все протыкаемые ими породы.

Если предполагаемый нами механизм внедрения альпинотипных серпентинитов верен, то можно считать, что «...альпинотипные серпентиниты не являются первичными породами, это означает, что, с одной стороны, серпентинитовые минералы не образовались непосредственно из магмы, а возникли за счет предшествующего перидотита и, с другой стороны, что этот перидотит вначале не занимал в большинстве случаев того места, которое в настоящее время занимают серпентиниты»¹. В заключение можно отметить еще одно обстоятельство. Вполне естественно, что проникновение в земную кору пород верхней

мантии будет тем проще, чем ближе ее верхняя кромка (раздел Мохоровичича) будет располагаться к поверхности земного шара. Как мы знаем, такие условия наблюдаются в областях современных океанических впадин. Поэтому, очевидно, не случайно крупнейшие пояса ультраосновных пород, такие как Тихоокеанский, Апполонский и Скандинавский, располагаются вблизи зон сочленения континентов и океанов. Возможно, такая же картина наблюдалась и в давнем геологическом прошлом. А если это так, то не располагались ли ранее океаны там, где теперь, далеко внутри континентов, находятся пояса альпинотипных серпентинитов?

И, наконец, еще одно соображение. Все в природе эволюционирует. Изменяется животный мир, растут горы, образуются и исчезают моря. Меняются также и горные породы. Правда, изменения в них не так заметны, как в органическом мире, но все же они есть. Вы не найдете среди отложений неогей (неогей начался около 600 млн лет назад) таких пород, как граниты чарнокиты и трапакиты. Однако они были очень распространены 2,5—1,5 млрд лет назад. Меняются со временем не только изверженные магматические породы, но и осадочные образования. И лишь альпинотипные перидотиты никак не реагируют на течение времени. Они вечно одинаковы, залегают ли они среди древнейших или же самых молодых отложений нашей планеты. А это наводит на мысль, что, однажды созданные в древнейшем геологическом прошлом, они уже больше не изменялись.

Когда-то давно акад. А. П. Карпинский сказал: «Хотя уровень наших геологических знаний не позволяет сделать еще вполне безупречные выводы, но из этого еще не следует, что геолог должен был воздержаться от подобных обобщений: если они согласны со всеми известными данными или, по крайней мере, с некоторыми из них и не противоречат остальным, то обобщения эти принесут пользу, давая указания для направления дальнейших исследований. Если же подобные выводы неверны, то

первый идущий в разрез с ними факт положит предел их существованию»¹. Вот и мы на основе имеющихся фактов попробовали создать гипотезу. Посмотрим, что будет с ней в дальнейшем.

УДК 552.11

¹ А. П. Карпинский. Очерки геологического прошлого Европейской России. 1947.

Рекомендуемая литература

А. А. Малахов. Под покровом мантии. М., «Молодая гвардия», 1965

В. Е. Хаин. Общая геотектоника. М., «Недра», 1966

В. В. Белоусов. Земная кора и верхняя мантия материков. М., «Наука», 1966

В. В. Белоусов. Земная кора и верхняя мантия океанов. М., «Наука», 1968

Г. В. Пинус, Ю. Н. Колесник. Альпинотипные гипербазиты юга Сибири. М., «Наука», 1966

Ю. А. Кузнецов. Главные типы магматических формаций. М., «Недра», 1964

Д. Х. Грин, А. Э. Рингвуд и др. Петрология верхней мантии. М., «Мир», 1968

¹ M. V u a g u a t. Remarques sur la trilogie serpentinites — gabbros — diabases dans le bassin de la Mediterranee Occidentale. Geol. Rundschau, 53, № 1, 1964.

Жилище и климат

А. А. Гербурт-Гейбович
В. К. Лицкевич
Кандидат архитектуры



Владимир Константинович Лицкевич, руководитель сектора районирования и гигиены Центрального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования жилища; занимается проблемами типизации жилищ и обеспечения их надлежащих гигиенических качеств в разных климатических условиях; в Московском архитектурном институте ведет новый курс архитектурной климатологии.

Алексей Андреевич Гербурт-Гейбович, руководитель группы сектора районирования и гигиены Центрального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭП жилища); занимается вопросами учета климата при типизации жилищного строительства; ученый секретарь Метеорологической комиссии Московского филиала Географического общества.

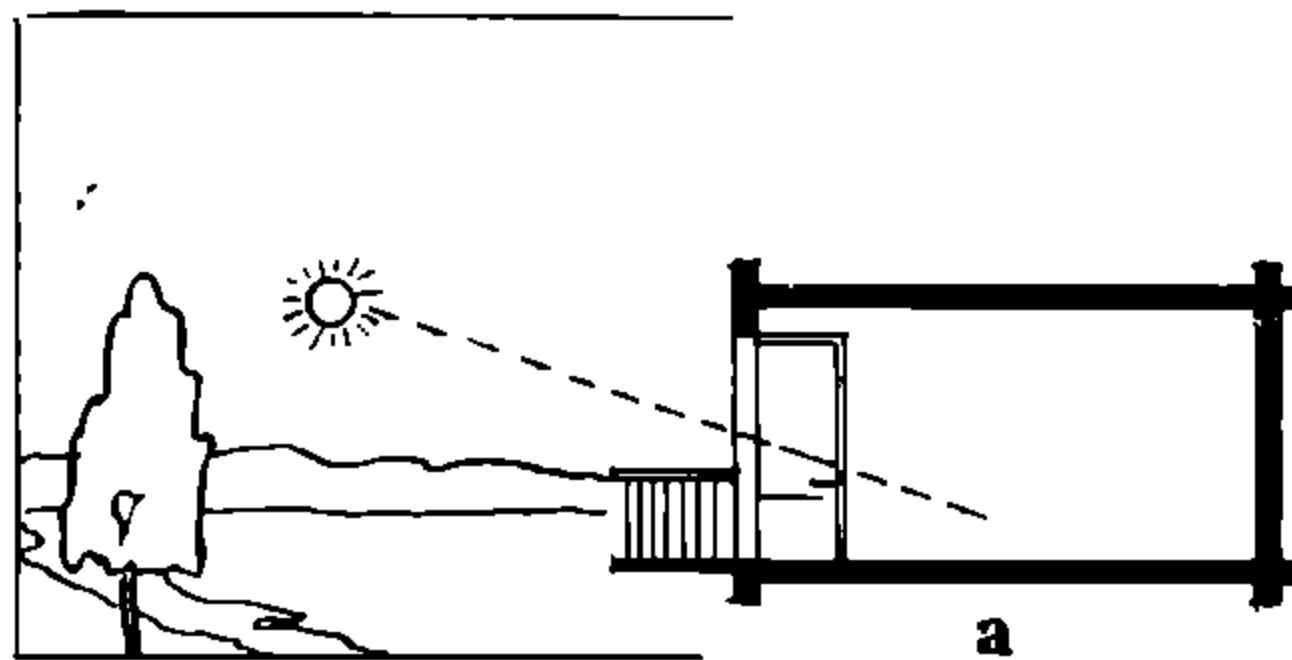
Климатические аспекты жилища

Кто не знает, что условия жизни человека во многом зависят от особенностей климата. Тем не менее мы редко задумываемся над этой связью. А ведь она проявляется буквально во всем — в питании и одежде, местах работы и отдыха, в устройстве жилищ.

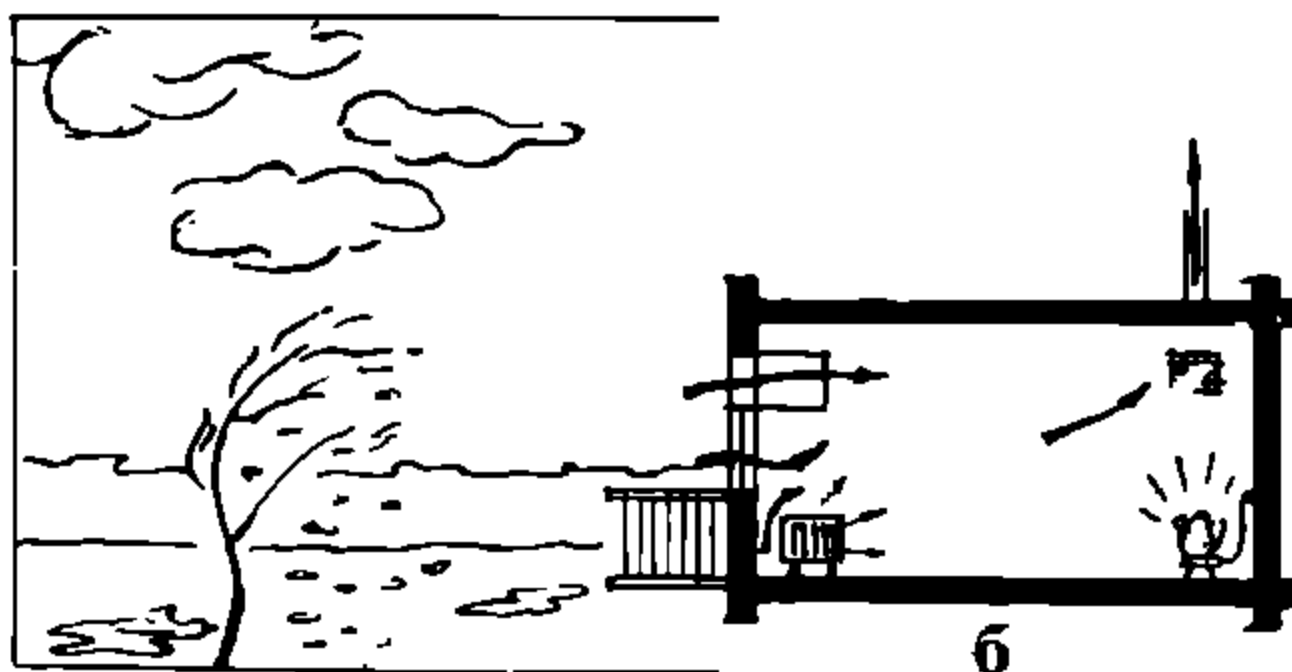
Один из известных архитекторов XX в. Ричард Нейтра, работавший в Европе и Америке, писал, что к факторам, определяющим план сооружения, относятся климат, характер территории и общая окружающая обстановка, в которую сооружение должно вписаться. Дома и особняки этого архитектора, как, впрочем, и Ф. Райта (США), Ле Корбюзье (Франция), Кензо Танге (Япония), предстают перед нами как составная часть природы, органично сливаются с ландшафтом.

Для лучших образцов современных жилых зданий, отвечающих запросам будущего, характерен более полный учет природных факторов. Не так уж редко в подобных проектах многоэтажных домов можно встретить большие удобные лоджии, балконы, террасы и даже сады, широкие раздвижные окна-двери, стены и т. п. — все это улучшает связь жилища с внешней средой, природой. В то же время жилой дом призван служить надежным укрытием от ее воздействия — будь то непогода, мороз или нестерпимая жара — и должен быть удобным для тех, кто в нем живет. Отсюда — соответствующие требова-

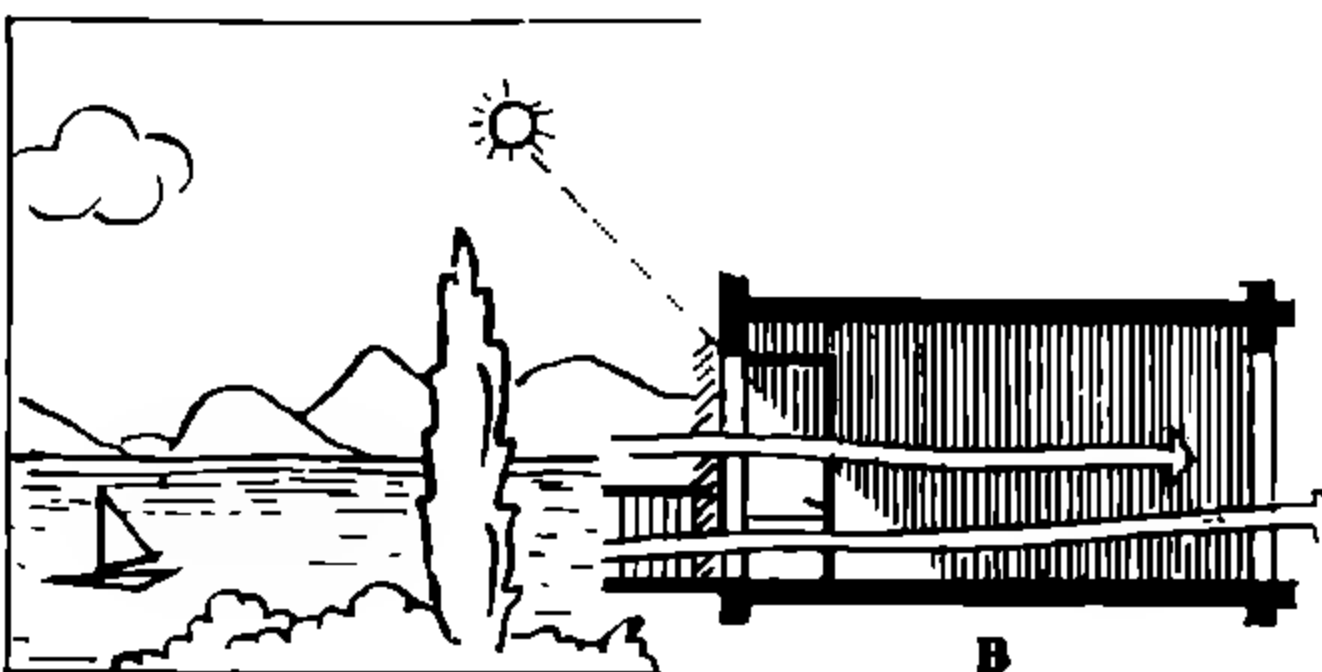
Рис. 1. Основные режимы эксплуатации жилища, обеспечивающие комфортный микроклимат помещений, и соответствующие им классы погоды.
а. Открытый режим. Комфортные условия (погода). Жилище раскрыто во внешнюю среду и практически не несет климатозащитной функции.



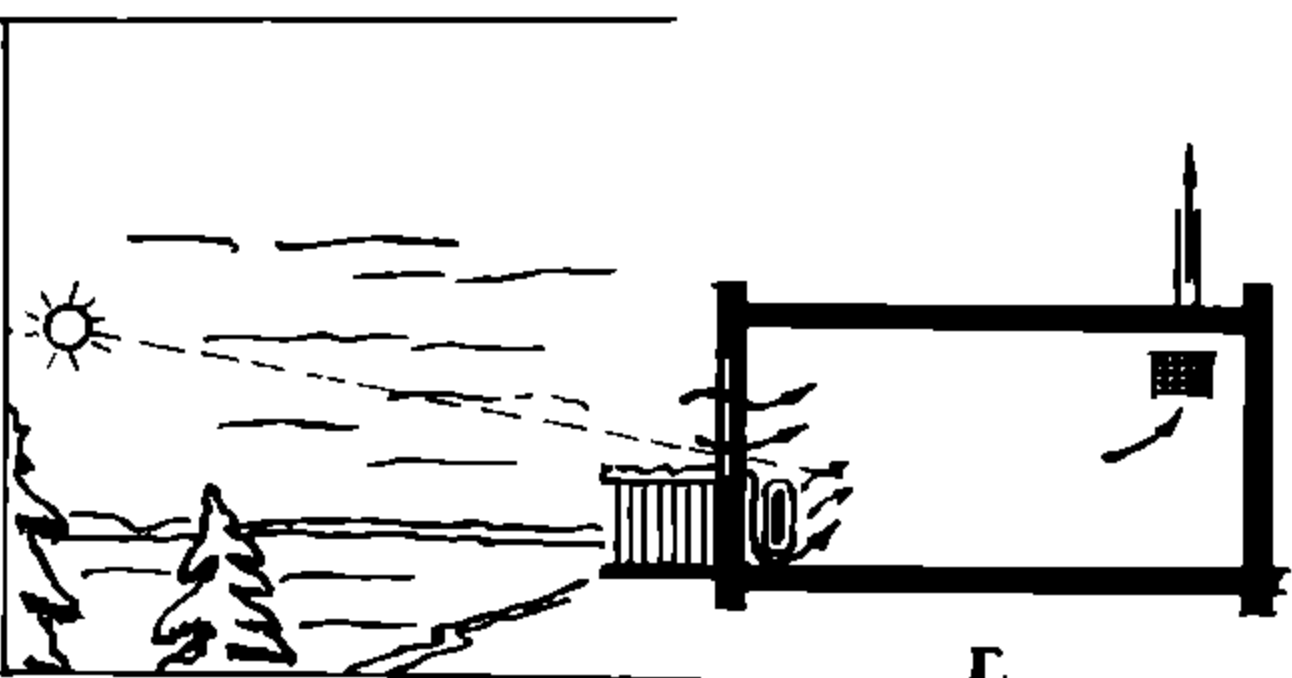
б. Полуоткрытый режим. Прохладная погода. Связь жилища с внешней средой несколько ограничена: окна закрыты, воздухообмен осуществляется путем притока воздуха через щели окон и открытую форточку, вытяжка — через вентиляционные каналы. Используются нагревательные приборы (электрокамины и др.)



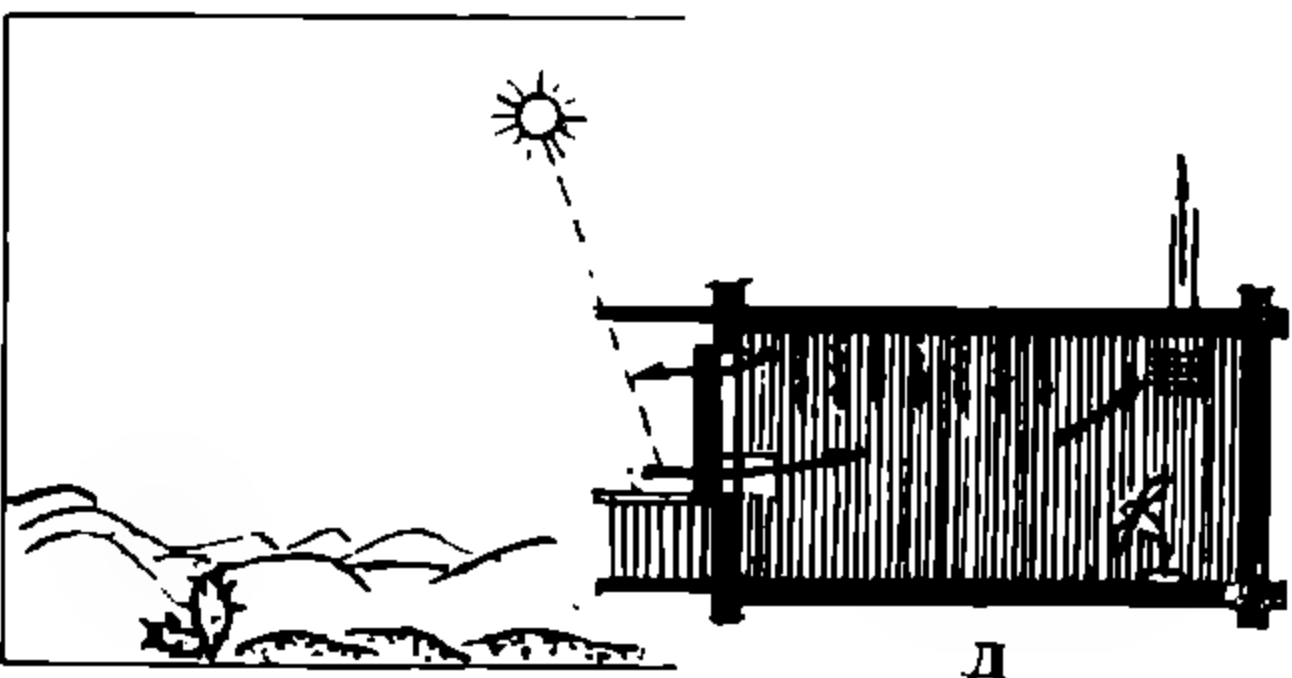
в. Полуоткрытый режим. Теплая погода. Жилище защищено от солнца (на окнах жалюзи); движение воздуха в помещении активное (сквозное проветривание через открытые проемы на противоположных сторонах дома).



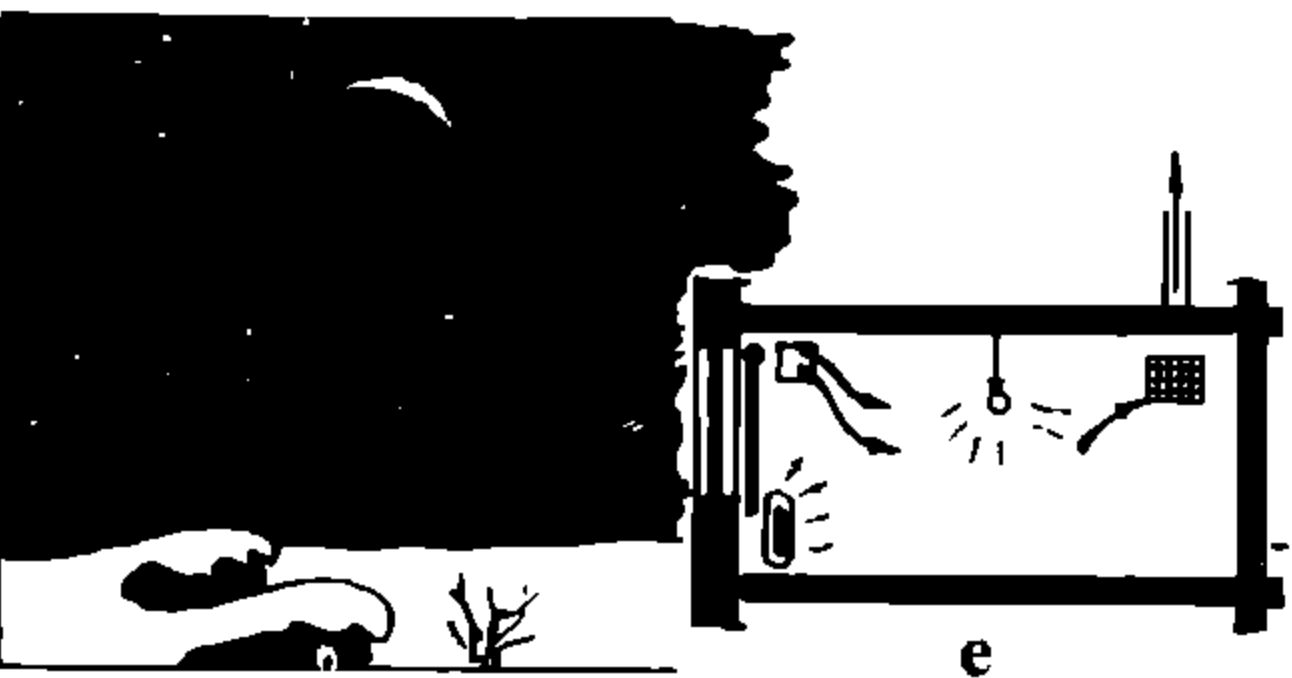
г. Закрытый режим. Холодная погода. Жилище изолировано от внешней среды; окна закрыты (двойное остекление); работают отопление и естественная вытяжная вентиляция (приток воздуха осуществляется через неплотности в окне)



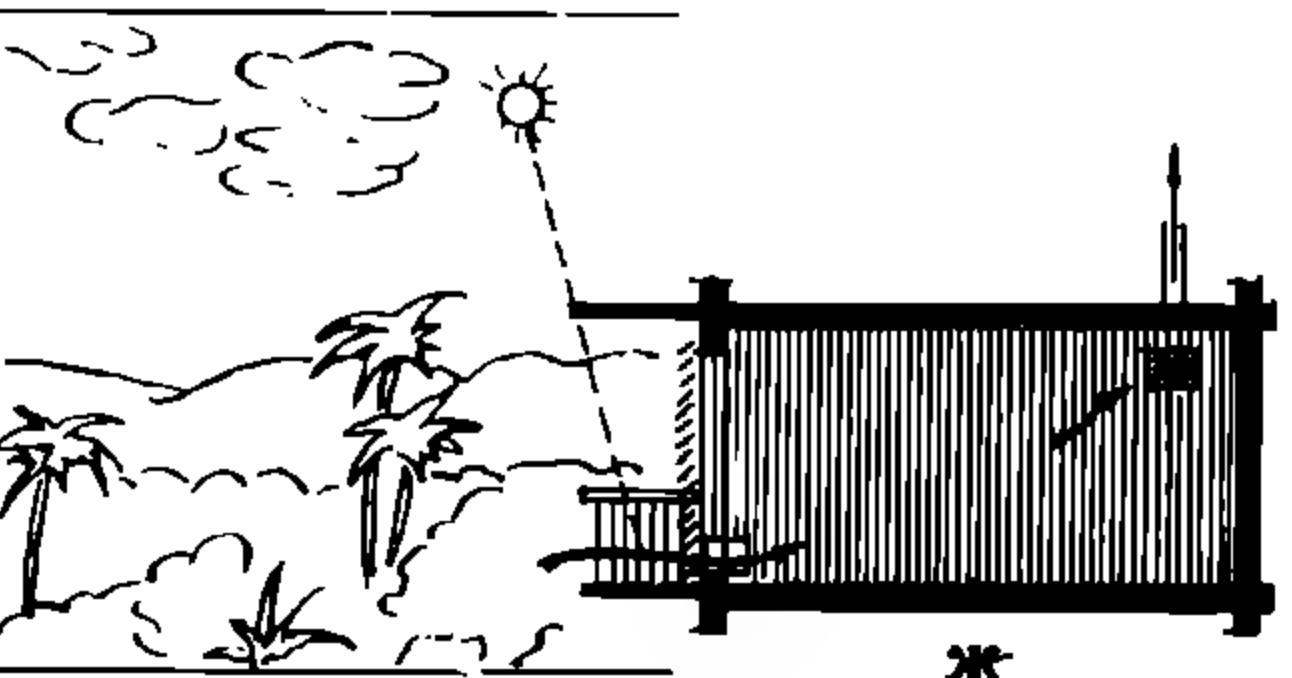
д. Закрытый режим. Сухая жаркая погода. Жилище изолировано от внешней среды, погружено в тень. Окна закрыты; наружные глухие ставни защищают от прямой и отраженной солнечной радиации; искусственное охлаждение (потолочное радиационное и вентиляторы, способствующие движению воздуха); приток воздуха через щели окна ограничен



е. Герметичный режим. Суровая погода. Жилище полностью изолировано от внешней среды. Окно имеет тройное остекление, оно тщательно уплотнено и дополнительно утеплено внутренней шторой; активно работают отопление, механическая приточная и вытяжная естественная вентиляция (приток подогретого увлажненного воздуха)



ж. Герметичный режим. Жаркая погода с повышенной или нормальной влажностью. Жилище полностью изолировано от внешней среды. Окна закрыты, защищены от солнца; работает кондиционер, который охлаждает и осушает поступающий извне воздух



ния к планировке, устройству стен, окон, к отопительным, охлаждающим, вентиляционным системам и пр.

Создать комфорт для семьи значительно труднее, чем может показаться на первый взгляд. Ведь только наша страна охватывает громадную территорию от Арктики до субтропиков, а требования, предъявляемые к жилищам в каждой из климатических зон, разнообразны и многоплановы. Прежде всего необходимо обеспечить благоприятный, так называемый комфортный микроклимат в помещениях. Это значит, что в квартире, хорошо проветриваемой, температура, влажность, освещение, солнечное облучение соответствуют гигиеническим нормам, а люди отлично себя чувствуют в обычной домашней одежде. Но требования к микроклимату не везде одинаковы. Зависит это и от привычки человека к местным климатическим условиям, и от сезона года, и от ряда других факторов. Например, в Москве летом предпочтительная температура в жилище 23—24°, в Ашхабаде — 25—26°, в Дели — 27—28°.

Решая проблему оптимального микроклимата, архитектор обязан подумать о размерах помещений, ориентации их по странам света, о величине и конструкции окон, качестве стен и крыш, об отоплении, искусственном освещении, охлаждении, вентиляции. Не меньшее значение имеют и подсобные помещения, устройство входов в дом, лестниц, а также связь жилища с природой и системой общественного обслуживания.

Составляя проекты жилых зданий, архитекторы обычно учитывают климатические факторы, взятые в отдельности: температуру и влажность воздуха, скорость и направление ветра, солнечную радиацию, осадки и т. д. Все эти климатические особенности важны для расчета элементов здания. Например, в Иркутске, где температура самой холодной пятидневки —35°, принято кирпичные стены делать толщиной более 60 см, а в Париже (—6°С) — менее 30 см.

При общей оценке типов жилища с

Рис. 2. Классификация погодных условий, используемая при типизации жилищ: 1 — жаркая (влажная) погода; 2 — жаркая сухая погода; 3 — теплая погода; 4 — комфортные условия (погода); 5 — прохладная погода; 6 — холодная погода; 7 — суровая погода

ТЕМПЕРАТУРА, °C	ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ	НИЖНИЙ ПРЕДЕЛ	ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА, %			
			24 и ниже	25—49	50—74	75 и более
	47,9	44,0				
	43,9	40,0				
	39,9	36,0				
	35,9	32,0				
	31,9	28,0				
	27,9	24,0				
	23,9	20,0				
	19,9	16,0				
	15,9	12,0				
	11,9	8,0				
	7,9	4,0				
	3,9	0,0				
	-0,1	-3,9				
			СКОРОСТЬ ВЕТРА, м/с			
			1,9 и ниже	2—4,9	5—9,9	10 и более
	-4,0	-11,9				
	-12,0	-19,9				
	-20,0	-27,9				
	-28,0	-35,9				
	-36,0	-47,9				
	-48	-59,9				
	-60	-71,9				

1 2 3 4 5 6 7

точки, зрения соответствия климату пользоваться множеством отдельных климатических параметров громоздко и неудобно. Более правильно в этом случае оценить климатические условия по комплексу важнейших метеорологических показателей, например взяв за основу повторяемость в течение года той или иной погоды¹. Для удобства анализа выделим четыре характерных режима эксплуатации жилищ (открытый, полуоткрытый, закрытый, герметичный), которые соответствуют семи различным погодным (комфортной, прохладной, холодной, суровой, теплой, жаркой сухой и жаркой) (рис. 1 и 2).

Естественно, чем больше месяцев в году длится суровая погода, требующая герметичного режима, тем важнее обеспечить жилище тепловой изоляцией, эффективным отоплением, приточной вентиляцией и пр. Там,

где дольше стоит жаркая погода, на первый план выступают средства борьбы с перегревом — искусственное охлаждение, солнцезащита и др. Смена погоды от сезона к сезону требует соответствующей «перестройки» жилищ, т. е. перехода к иному режиму эксплуатации помещений. Правда, примитивный уровень технических устройств в старом народном жилище, например в Средней Азии, иногда приводил к сооружению двух типов помещений — летних, максимально затененных, и зимних, хорошо инсолируемых; таким образом, «перестройка» жилищ включала и переселение его жильцов.

Рассмотрим основные особенности жилищ на нашей планете — от экваториальных до полярных широт.

Жилища внутритропических широт

На протяжении веков европейские архитекторы насаждали в жарких

странах чуждые им стили и приемы. Пожалуй, исключением было только «бунгало» — колониальный тип жилого дома, который строили для себя европейцы, стараясь учесть при этом местные климатические условия.

В 30-е годы архитектурно-строительные тенденции в странах внутритропических широт меняются. Одним из первых предложил приспособить архитектуру к климату тропиков Ле Корбюзье — знаменитый французский архитектор, строивший во многих странах мира, в том числе и в СССР (здание Центрального статистического управления в Москве). Он разработал и начал широко применять на практике «солнцерезы» — капитальные конструкции на фасаде зданий. Он создает для Алжира серию проектов жилых и общественных зданий, а в 1934 г. строит жилой комплекс «дом-лестница» с большими верандами-крышами; часть помещений в нем затенена нависающими этажами. Позднее Л. Корбюзье с группой архитекторов строит в Индии

¹ Работы по оценке климата для проектирования жилищ ведутся в ЦНИИЭПжилища и в зональных институтах Госгражданстроя.

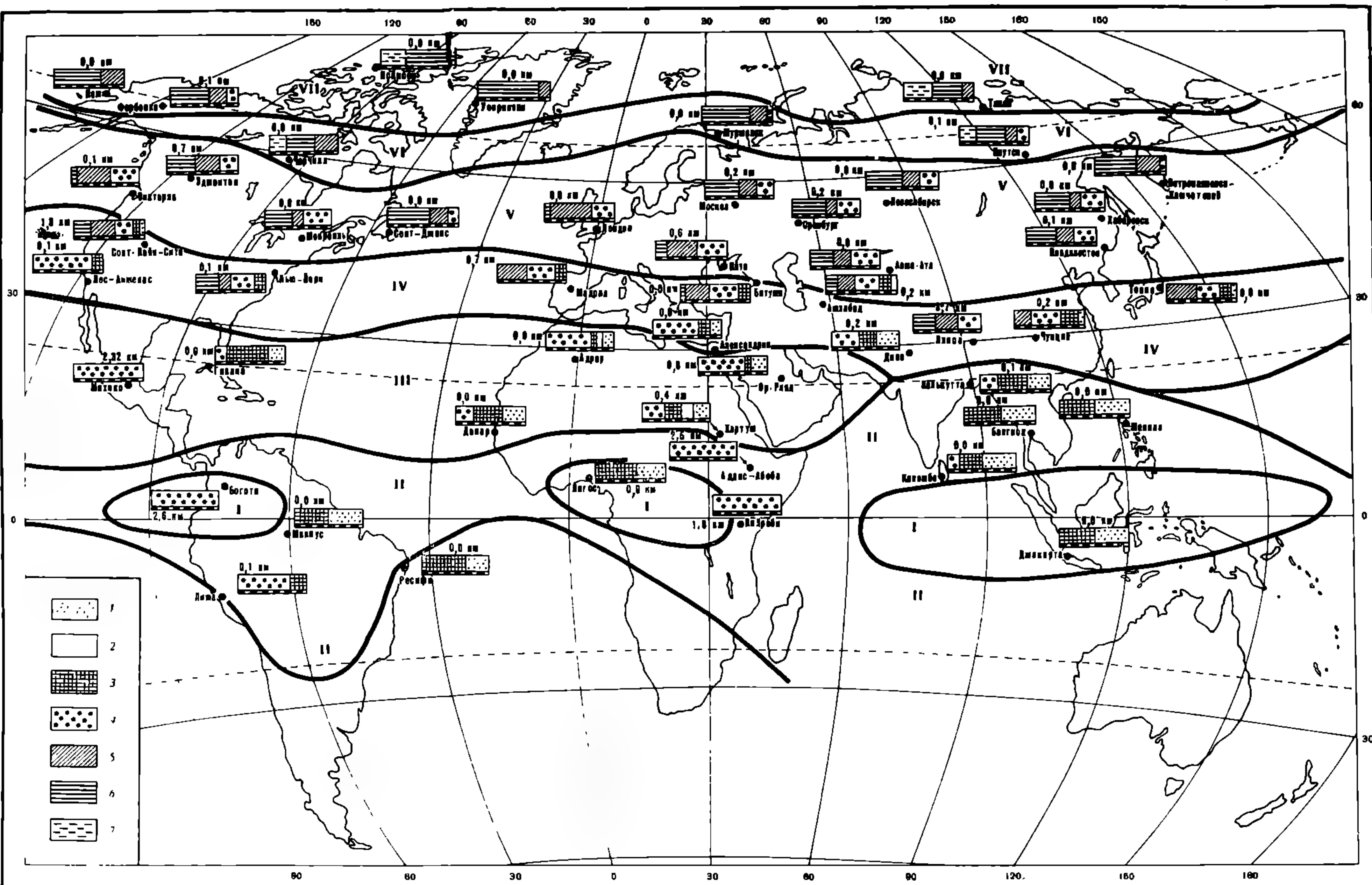


Рис. 3. Продолжительность тех или иных погодных условий, определяющая режим эксплуатации жилищ, для ряда городов. Климатические пояса: I — экваториальный, II — субэкваториальный, III — тропический, IV — субтропический, V — умеренный, VI — субарктический, VII — арктический. (Границы климатических поясов на схеме проведены согласно классификации известного советского климатолога Б. П. Алисова). 1 — жаркая (влажная) погода, 2 — жаркая сухая погода, 3 — теплая погода, 4 — комфортные условия, 5 — прохладная погода, 6 — холодная погода, 7 — суровая погода

г. Чандигарх, где детально учитывает местные климатические условия: при ориентации улиц и домов используется благоприятная бризовая циркуляция, предусмотрены индивидуальные приквартирные, внутренние дворики и т. п.

В чем специфика жилища в тропических широтах? На рис. 3 видно, что на основной территории экваториального пояса (I) — равнинах — в течение года преобладает жаркая влажная (с дождями) и теплая погода (Лагос, Джакарта). И хижина бедняка и богатый дворец подчинены здесь одному закону: они хорошо проветриваются и надежно защищены крышами и навесами от осадков и солнца (рис. 4). Активное (сквозное) проветривание и раскрытие зданий навстречу благоприятным ветрам¹ облегчают борьбу с перегревом.

¹ Мы не говорим здесь об ураганах и тайфунах — от них надо защищаться особо.

Следует отметить, однако, что при жаркой погоде обеспечить в жилище комфортный микроклимат практически невозможно без искусственного охлаждения. Но здесь возникает много трудностей технического и экономического порядка. Кондиционирование предполагает надежную изоляцию помещений от наружного воздуха, а это противоречит режиму активного проветривания. С другой стороны, внедрению искусственного охлаждения препятствует слабое экономическое развитие стран экваториального пояса.

Теперь рассмотрим особенности жилища в равнинных районах тропического пояса. Обратимся вновь к рис. 3. В тропическом поясе (III) преобладают комфортные условия, но вместе с тем значительную часть года днем стоит жара (до 40° и выше), а зимой ночью бывает прохладно. Для этого пояса долгое время был характерен традиционный дом

с фасадами почти без окон, что помогало защищать помещения от избытка солнечной радиации и жарких пыльных ветров пустынь. Окна и двери выходили на защищенный со всех сторон внутренний двор с крытой галереей. Во дворе часто оборудовался бассейн или фонтан. В последние годы нередко строятся дома и без традиционных дворов (рис. 4, В). Жилища замкнуты и в большей мере приспособлены к закрытому режиму, чем в экваториальном поясе. Это облегчает применение искусственного охлаждения. Снижать температуру воздуха можно просто за счет пропускания его через влажный фильтр. Однако и в тропиках использование этих технических средств ограничено слабым экономическим развитием стран.

Субэкваториальный пояс, или пояс экваториальных муссонов, (рис. 3, II) характерен двумя ярко выраженными сезонами: дождливым (обычно в летние месяцы) и сухим (в зимние). Погодные условия в дождливый сезон сходны с погодными условиями экваториального пояса: днем — жарко, ночью — тепло (Бангкок, Ресифи). В сухой сезон ночью — комфортные условия, а днем — жара (Калькутта, Лима). Поэтому в строениях как бы сочетаются черты, свойственные жилищам тропического и экваториального поясов. С одной стороны, характерна изоляция внутренних помещений от внешней среды в дневное время сухого периода. С этой целью стены и крыши домов обычно делают из материалов с большой теплоемкостью, а окна — маленькие; ночью для сна используется двор или крыша. С другой стороны, обязательно активное проветривание квартир: отдельные помещения нередко имеют окна на двух противоположных сторонах; характерны веранды и лоджии (рис. 4, Б). И в этом поясе (за исключением горных районов) невозможно обеспечить комфортный микроклимат в жилище без искусственного охлаждения, однако массового распространения оно пока не нашло.

Жилища побережий, островов и горных районов, где преобладают ком-

фортные условия, имеют свою специфику. Так, на островах и побережьях океанов, омываемых холодными течениями, нет нужды в искусственном охлаждении помещений; основное внимание уделяется их активному проветриванию (рис. 4, Г). В горных районах (Богота, Мехико, Аддис-Абеба) искусственное охлаждение требуется лишь изредка: здесь используют благоприятные токи воздуха, стекающие ночью с гор. В наиболее холодный период года иногда необходимо отопление.

Жилище умеренных широт

На развитие современной жилищной архитектуры в умеренных широтах — в субтропическом и умеренном поясах — оказала влияние европейская архитектура 20-х и начала 30-х гг., создатели которой, наряду с учетом проблем бытовой организации квартир, уделяли внимание и природно-климатическим факторам.

В СССР в эти годы идеи новой архитектуры защищали братья Веснины и Голосовы, М. Гинзбург, И. Леонидов, Н. Ладовский, Н. Никольский, К. Мельников и др. В Германии была создана школа Баухауза (В. Гропиус, Г. Мейер), во Франции работал Ле Корбюзье, в Голландии — Я. Ауд. В эти же и более поздние годы прогрессивные тенденции можно проследить в творчестве А. Аалто (Финляндия), Л. Д. Райта (США), в оригинальных работах архитекторов Японии.

Описание жилищ умеренных широт целесообразно начать с наиболее характерного и занимающего большую площадь умеренного пояса.

Умеренный пояс (рис. 3, V) отличается ярко выраженными сезонными изменениями климата: активная циклоническая деятельность, особенно зимой, сильно влияет на смену погоды. На большей части территории в течение полугода и дольше держится холодная погода, когда здания нуждаются в отоплении (Москва, Новосибирск, Монреаль). Суровость зимы и ее продолжительность нарастают от побережий материков к центральным частям континентов и по на-

правлению к полюсам. Защита от холода, ветра, дождя и снега — вот главные климатические функции жилища. Солнце здесь ценят даже летом, когда господствуют комфортные условия.

Микроклимат жилых помещений обеспечивается регулируемой подачей тепла (отопление). В восточных районах континентов (особенно в Азии), где зима более сурова, приток воздуха через щели окон приходится ограничивать настолько сильно, что возникает потребность в специальной приточной вентиляции.

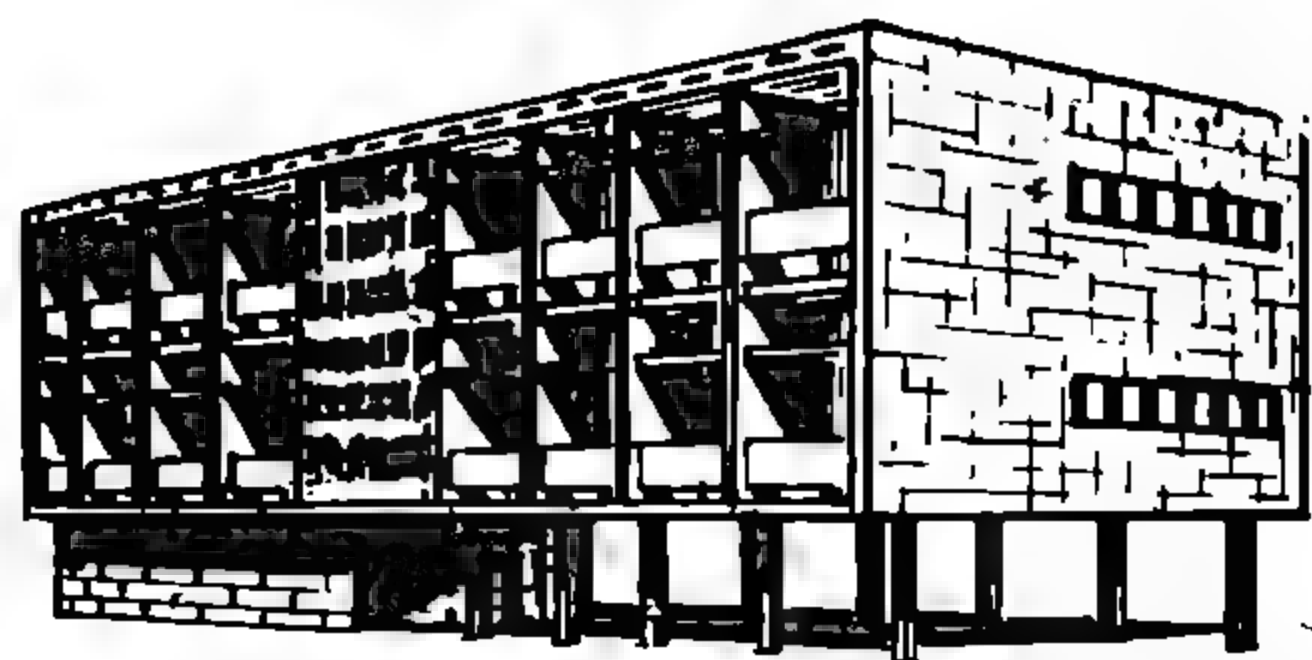
В СССР, Франции, Англии, Польше и других странах ориентация жилых помещений на северную сторону резко ограничена строительным законодательством (рис. 4, Е).

В погоне за модой архитекторы нередко «переостекляют» здания. Это ухудшает микроклимат помещений как зимой (потоки холодного воздуха от окон), так и летом (перегрев за счет солнечной радиации). В лучших образцах жилища окна имеют уплотненные притворы; зимой для обогрева стекол используются потоки воздуха от отопительных приборов, а летом, наоборот, применяют светозащитные шторы.

Для субтропического пояса (рис. 3, IV) характерны жаркое лето и довольно мягкая зима (Ашхабад, Мадрид, Солт-Лейк-Сити). Значительное время года условия внешней среды благоприятны для жителей этого пояса, но на большей части территории помещения нуждаются летом (в дневные часы) в искусственном охлаждении, а зимой — в отоплении.

Если для умеренного пояса главный сезон, определяющий характер жилища — зима, то для субтропиков — как правило, лето.

Планировка жилища здесь во многом зависит от организации проветривания, солнцезащиты, от устройства приквартирных открытых помещений. В городах субтропического пояса строятся как малоэтажные, так и многоэтажные секционные и гале-



А



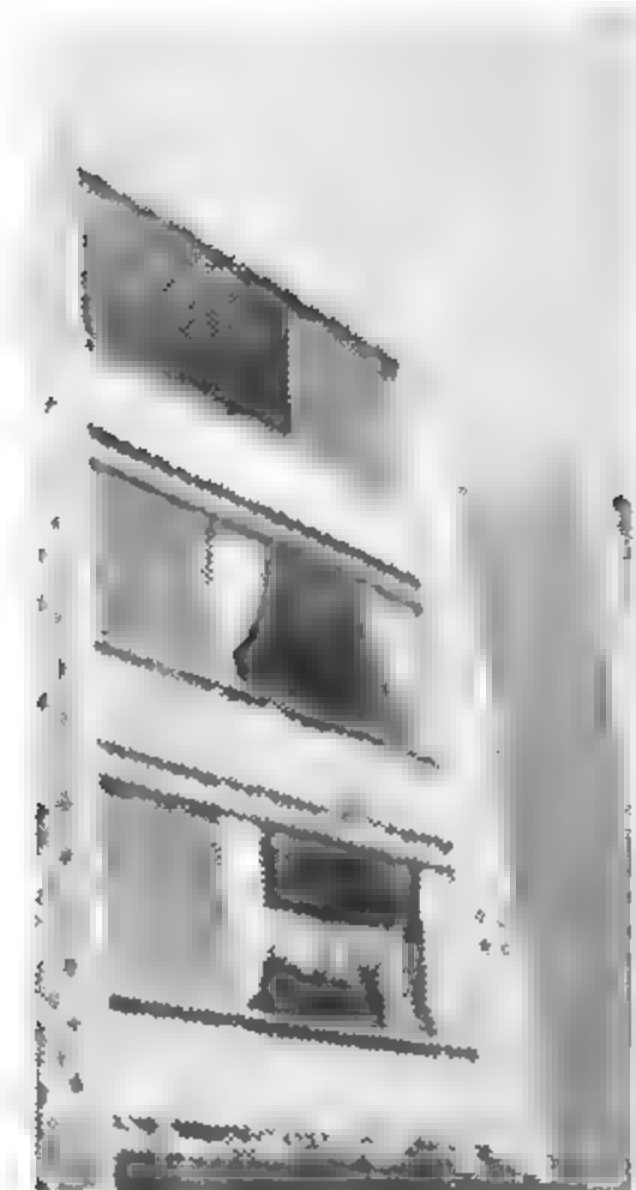
Б



В



Г



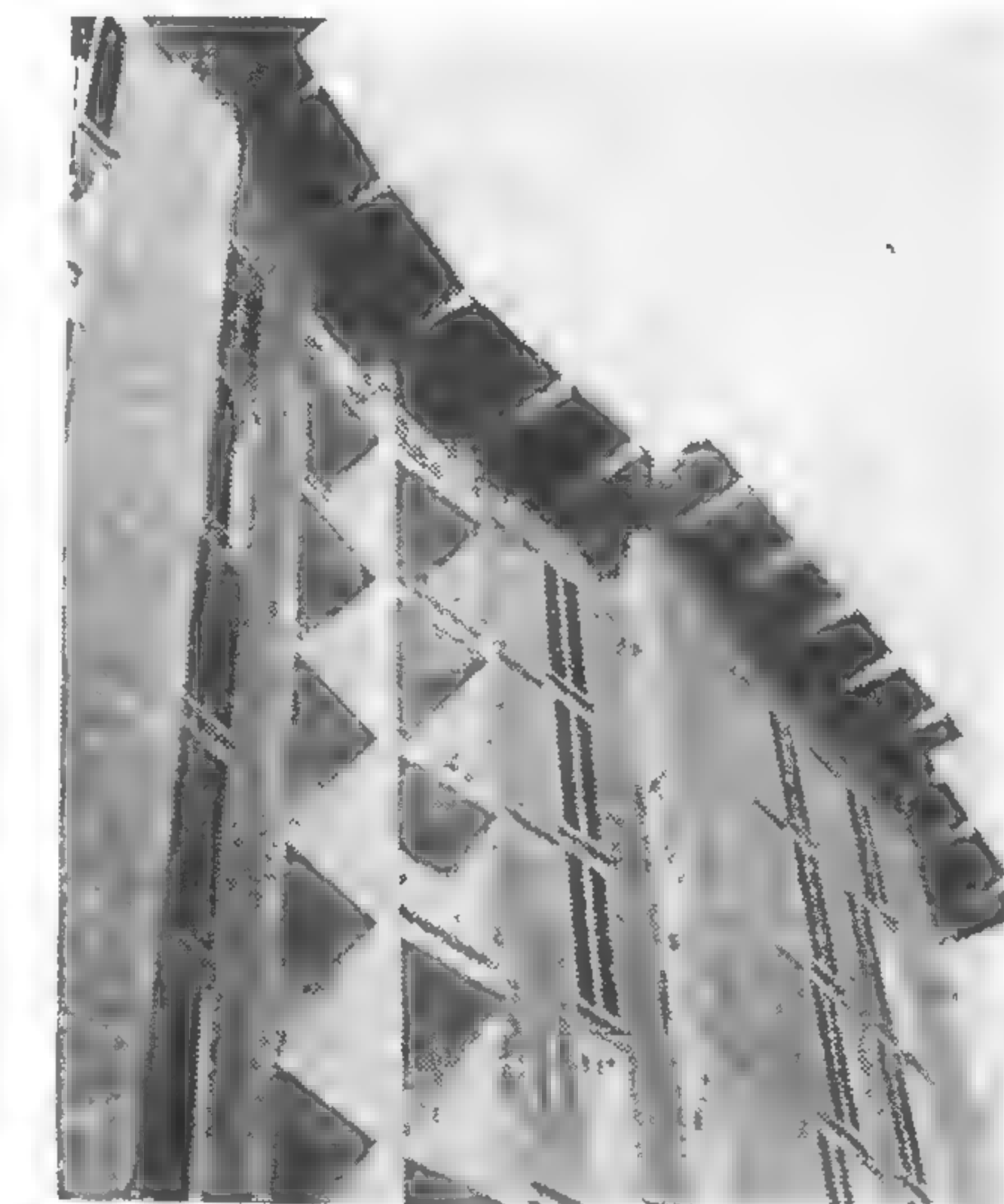
Д



Д

Рис. 4. Основные особенности жилища в различных климатических поясах.

Экваториальный пояс. Основной ландшафт — экваториальные леса. Помещения защищены от солнца и дождя; внутри — свободное движение воздуха. Наилучшая ориентация окон север — юг (препятствует проникновению утренних и вечерних пологих солнечных лучей с востока и запада), а также почти отвесных дневных (с юга или севера). Оконные проемы большие (почти до пола). Кухня изолирована от остальных помещений, затенена и хорошо проветривается. Высота помещений



Д

2,5—2,8 м, считается, что увеличивать ее здесь не надо. Широко распространены открытые помещения: веранды, лоджии, галереи, навесы. Стены светлые, часто дырчатые; крыша надежно защищает от осадков и солнца; сваи и столбы позволяют отделить квартиры от влажного грунта. Отопление отсутствует; активно используются потолочные, настольные и настенные вентиляторы.

А. Жилой дом экваториального пояса (Сенегал). Открытая планировка

обеспечивает хорошее проветривание каждой комнаты. Лоджии создают тень. Хозяйственные лоджии затенены и зрительно изолированы решеткой. Затененная, проветриваемая зона под домом может быть использована для отдыха.

Субэкваториальный пояс. Характерный ландшафт — саванна. Помещения защищены от солнца и пыли в сухой сезон и от дождя и солнца — в дождливый. Оптимальная ориентация окон — север и юг. Изоляция кухни как источника тепла весьма желательна. Отопления не требуется. Широко используются вентиляторы (навесные, настольные).

Б. Жилой дом субэкваториального пояса (Индия). Квартира расположена на трех этажах. От дневной жары в сухой сезон года люди укрываются в помещениях с маленькими окнами, ночью спят на открытой крыше, огражденной высоким парапетом. В сезон дождей лучше всего находиться на большой затененной террасе.

Тропический пояс. Ландшафт в основном пустынный. Помещения защищены от солнца и пыли. План жилищ замкнутый, нередко с внутренним двориком, через который проветриваются помещения; сквозное проветривание обязательно и осуществляется обычно ночью. Характерны маленькие затененные окна, тяжелые глухие наружные стены, плоская массивная крыша, на которой люди летом спят. В современных постройках нередко стены делаются легкие, но с затеняющими экранами; крыша двойная, вентилируемая. Кухня, как правило, изолирована. При каждой квартире обязательно есть открытые помещения, которые в летнее время используются вечером, ночью и утром, а в зимнее — днем. Наилучшая ориентация окон — север и юг. В зимнее время желателен нагрев помещений солнцем.

В. Жилой дом в тропическом поясе (ОАР, г. Асуан). Замкнутые помещения сочетаются с лоджиями. Крыша вентилируемая (видны отверстия); на ней — установки для кондиционирования воздуха. Под домом — затененное проветриваемое пространство.

Фото Н. Розанов

Г. Одной из специфических черт жилища приморских районов тропического пояса, где влажность велика (Эфиопия, г. Ассаб на побережье Красного моря), служат «дышащие» стены, которые способствуют вентиляции.

Фото В. Борового

Субтропический пояс — пустыни, субтропические леса, горные ландшафты и др. Помещения летом защищены от солнца и активно проветриваются (сквозное проветривание обязательно), зимой защищены от холода (хорошая теплоизоляция).

наружных ограждений), инсолируются и отапливаются. Наилучшая ориентация — южная. Характерны приквартирные открытые помещения. Д. В субтропическом поясе для защиты от летнего солнца используются регулируемые решетчатые жалюзи на окнах (Италия — справа), лоджиях и верандах (СССР, Ашхабад — слева); в малоэтажном строительстве устраиваются дворiki — «зеленые комнаты» (Ашхабад — в середине).

Умеренный пояс. Преимущественный ландшафт — лес и степь. Жилые комнаты стараются ориентировать на солнечные стороны. Величина окон колеблется от $1/5$ до $1/8$ площади пола, остекление окон обычно двойное. Характерны: небольшие приквартирные открытые помещения — лоджии, балконы; тамбуры, стены и крыши, надежно защищающие от холода и осадков; стационарные системы отопления (наиболее распространено центральное водяное); вытяжная канальная вентиляция на естественной тяге. Е. Внешний облик зданий во многом определяют балконы, лоджии, окна, обращенные к солнцу (вверху — Минск, внизу — Хельсинки).

Фото Я. Рождественского и В. Рудаковой

Субарктический пояс. Ландшафт — тундра и лесотундра. Широко распространена вечная мерзлота. Для жилых домов характерны: высокоэффективная изоляция от наружного воздуха, исключение отрицательного влияния вечной мерзлоты на здания, защита от снего-ветровых потоков зимой в приморских районах. Типичны большая компактность зданий, высокая степень благоустройства и инженерной оснащенности квартир, максимальная утепленность наружных стен, окон (тройное остекление), входов (двойные тамбуры, тепловые завесы).

Ж. Жилым домам субарктического пояса свойственны простые компактные формы зданий, лишенные балконов и лоджий (Норильск).

Фото А. Сахарова

Арктический пояс. Ландшафт — льды, тундра. Для всего года характерна полная изоляция жилищ от наружной среды.

З. Главное в проекте научно-исследовательской базы для Антарктики (Франция) — обтекаемые для защиты от ветров, приподнятые над вечно мерзлым грунтом, герметически закрытые здания с искусственным микроклиматом и теплыми коридорами-связями между корпусами.



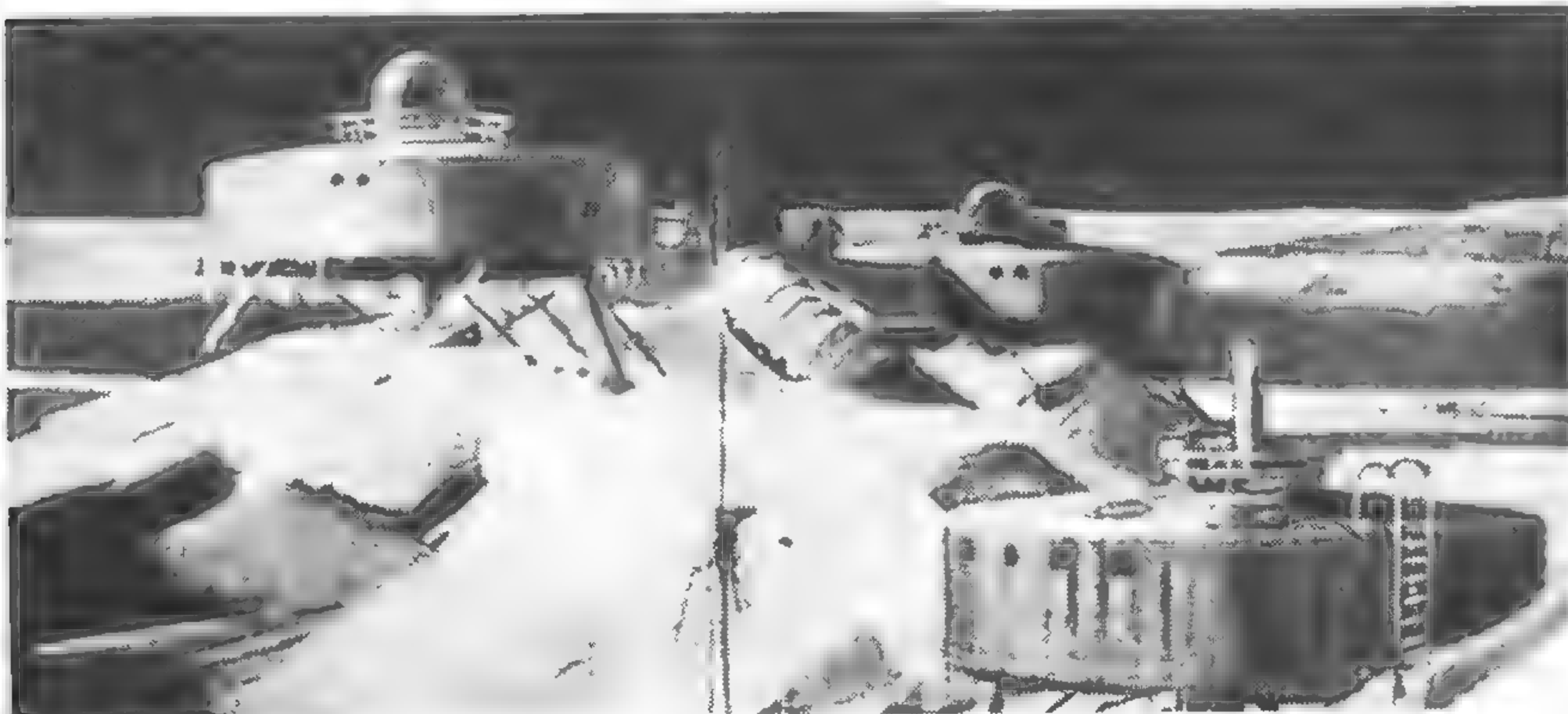
Е



Е



Ж



З

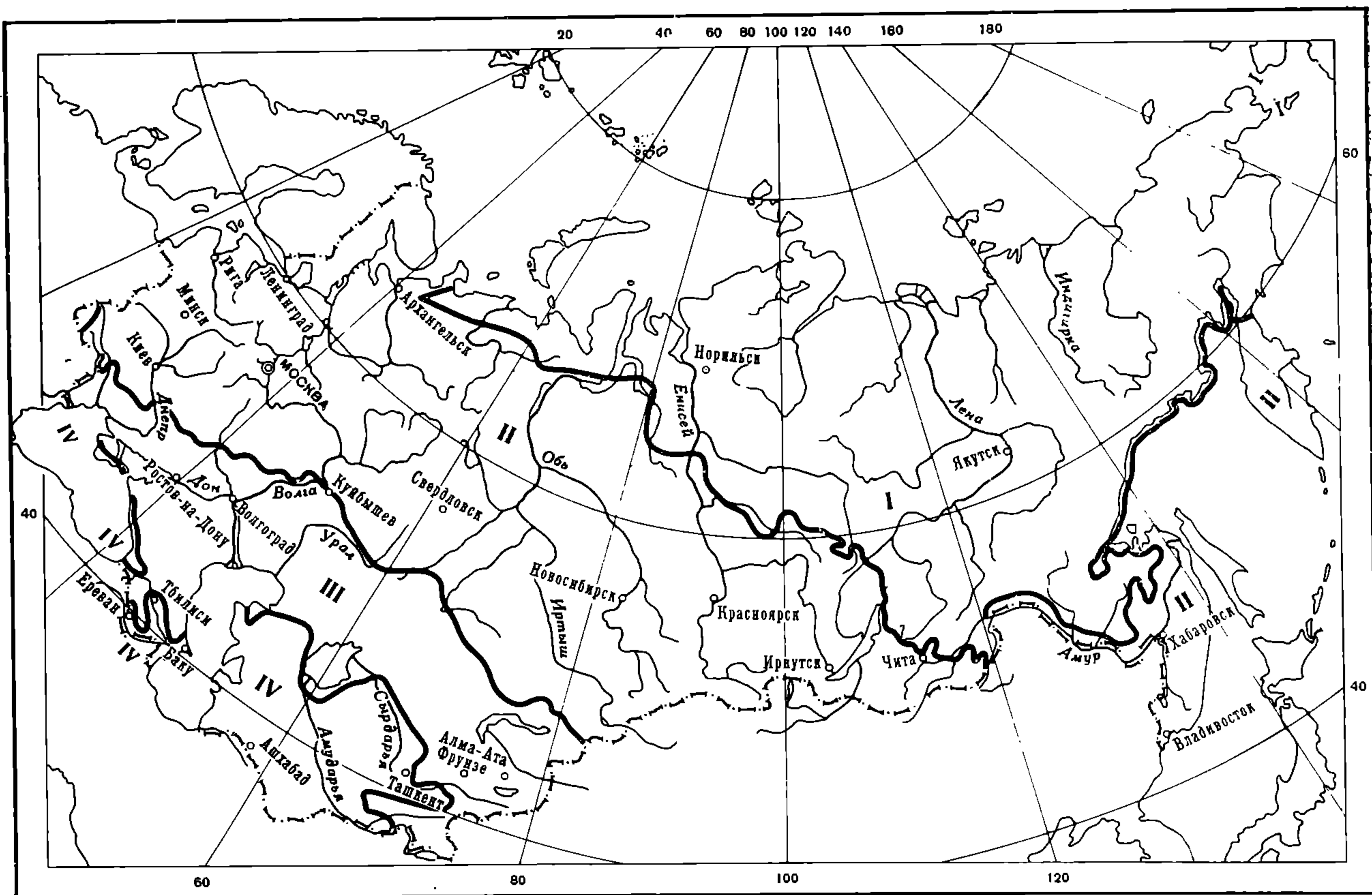


Рис. 5. Строительно-климатическое зонирование территории СССР. Карта служит основой для предъявления конкретных требований к архитектурно-планировочному решению жилища в связи с климатом; является официальным документом и включена в «Строительные нормы и правила». Римскими цифрами обозначены строительно-климатические зоны

рейные дома (рис. 4, Д), дома с дворами, иногда — с шахтами для проветривания. Там, где лето влажное (например, в Японии), типична трансформация помещений при помощи передвижных перегородок: раскрытие жилищ летом, изоляция их зимой. В связи с различиями климата в пределах самого пояса меняются и характерные черты жилища: в пустынях, где помещения активно проветриваются лишь ночью, окна невелики, а на влажных теплых побережьях, где проветривание круглосуточное — большие. Различен подход и к обо-

рудованию. Наиболее целесообразно применять для отопления индивидуальные приборы. Но в северных районах пояса (Советская Средняя Азия и др.) оправдывает себя система центрального отопления. Для искусственного охлаждения в условиях пустынь можно использовать испарительные устройства (пропускание воздуха через влажный фильтр). В некоторых районах (западное побережье Кавказа и др.) искусственное охлаждение необязательно.

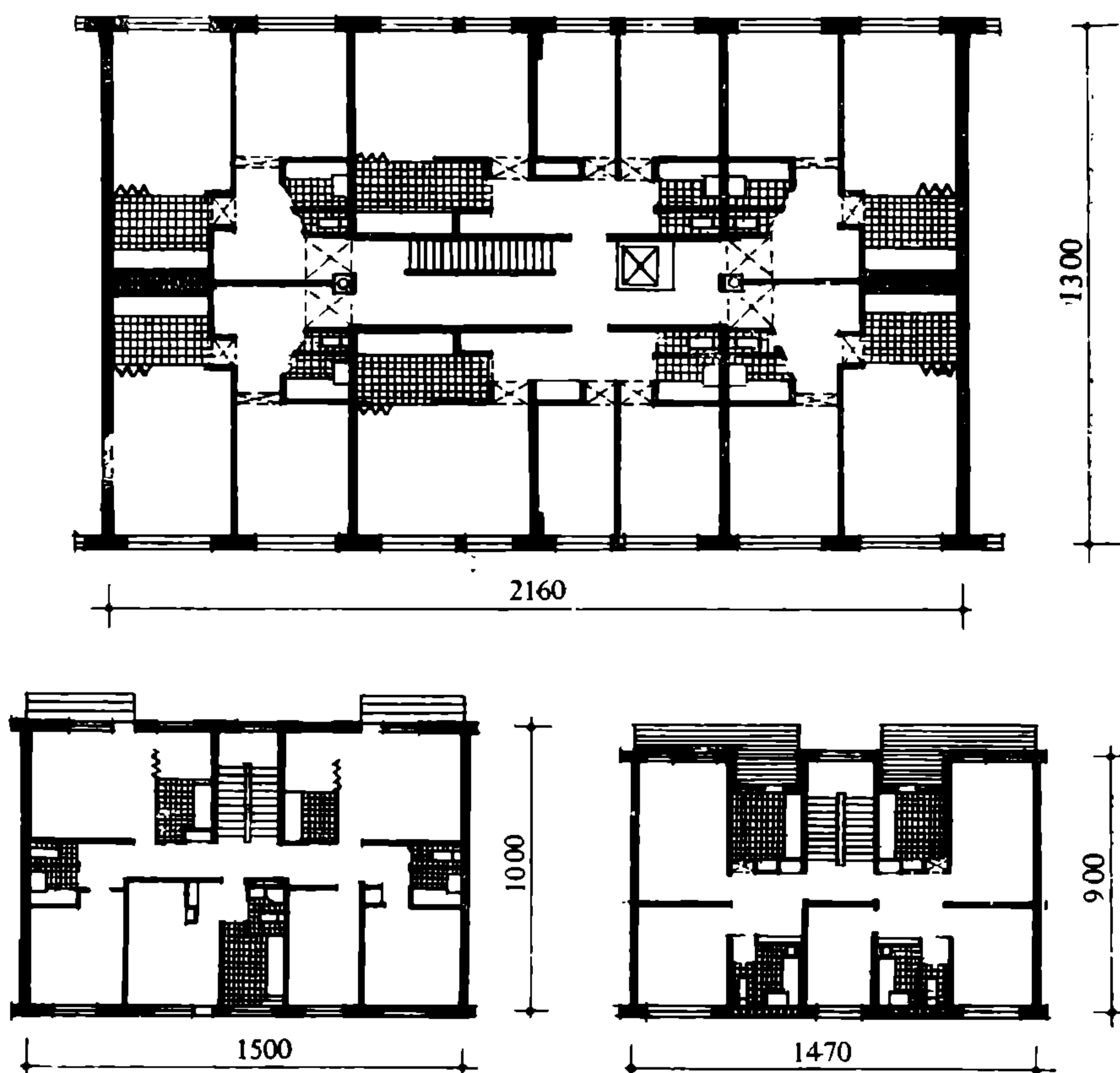
Жилище Крайнего Севера

Поскольку освоение Севера фактически только еще начинается, здесь трудно говорить об архитектурных школах. Однако важно указать на крупнейшие в мире советские северные города — Норильск, Мурманск, Воркуту, Магадан и др., в которых проблема капитального благоустроенного жилища в значительной мере решена. Интересно также строительство на скандинавском и американском Севере.

В субарктическом (рис. 3, VI) и субантарктическом поясах большую часть года господствует холодная и суровая погода (Мурманск, Якутск, Черчилл). Долгая зима создает опасность солнечного голодания. Летом преобладает прохладная погода, комфортные условия редки; температура обычно не выше 5—15°. Основную роль в обеспечении комфортного микроклимата помещений играет мощная отопительная система, а при суровой погоде — искусственная приточная вентиляция с подогревом и увлажнением поступающего воздуха.

Необходимость хранения громоздкой зимней одежды и определенного запаса пищевых продуктов, потребление которых здесь возрастает по сравнению с другими поясами, приводит к увеличению площади встроенных шкафов и кладовых. Желательно устройство защищенных от непогоды теплых переходов между жильем и сетью повседневного обслуживания

Рис. 6. Планировочные схемы жилых секций в СССР. Вверху — проект жилого дома для I зоны. Планировка компактная: на лестницу, расположенную в глубине широкого, 14-метрового корпуса, выходит шесть квартир; окна ориентируются на запад и восток; балконы отсутствуют; предусмотрены шкафы для одежды, продуктов, бытового инвентаря. Внизу слева — проект жилого дома для II зоны. План менее компактен; на лестнице только три квартиры, что позволяет улучшить проветривание и инсоляцию; балконы есть в каждой квартире. Внизу справа — проект жилого дома для IV зоны. План изрезан; на лестницу выходят две квартиры, имеющие сквозное проветривание; ширина корпуса всего 9 м; ориентация окон желательно на север и юг; развитые лоджии и балконы связывают кухню и общую комнату; санитарный узел хорошо проветривается через окно.



(детскими учреждениями, магазинами и т. д.). Правда, по мнению некоторых врачей, увеличение степени изоляции человека от внешних условий мешает его акклиматизации, снижает приспособляемость к суровым погодным условиям.

В зарубежных странах для большей компактности зданий нередко кухни, оборудованные вентиляцией с искусственной тягой, размещают в глубине корпуса и освещают через остекленную перегородку; лестничные клетки устраивают без естественного освещения (рис. 4, Ж).

В арктическом (рис. 3, VII) и антарктическом поясах в холодную половину года господствует суровая погода, а в теплую — холодная или прохладная (Тикси, Исаксен). Пояса практически необитаемы.

Практика строительства научно-исследовательских станций в этих районах показала, что целесообразно объединять жилые и культурно-бытовые здания в единые комплексы (рис. 4, 3),

создавать в них искусственный микроклимат и зимние сады.

Несколько слов о жилище в СССР

Наряду с ликвидацией дефицита в жилье, посемейным заселением квартир и значительным повышением уровня благоустройства, в Советском Союзе постепенно решается задача строительства жилых домов, которые хорошо отвечают и местным природно-климатическим условиям.

В Центральном научно-исследовательском и проектно-институте типового и экспериментального проектирования жилища разрабатывается общая программа повышения качества квартир на ближайшие десятилетия. По этой программе для лучшего учета местных условий предусмотрено увеличение числа групп (серий) типовых проектов. В каждой серии количество проектов возрастет с 3—4 до 8—10, что позволит сделать застройку городов более разнообразной. Кроме того, увеличится набор

типов квартир в домах. Это даст возможность легко подбирать квартиры для каждой семьи в соответствии с числом ее членов, их возрастом и полом. Несколько возрастут полезные площади квартир: кухни будут не менее 7 м², увеличатся передние и объемы встроенных шкафов. Улучшится и сама планировка: общую комнату, переднюю и кухню предполагается объединить в одну часть квартиры, спальни и санитарные узлы — в другую, более удаленную от входа.

Существующие на сегодняшний день типологические различия жилищ, связанные с климатом, уже не могут нас удовлетворять. Широко распространенный тип массового жилого дома в определенной степени отвечает лишь условиям умеренного климата западных районов страны. Поэтому разрабатываются рекомендации по улучшению гигиенических качеств жилища и в климатическом аспекте. Основой для этого служит карта строительно-климатического зонирования СССР (рис. 5). В отличие от мировой карты климатических поя-

сов (см. рис. 3) на ней I зона охватывает территорию Крайнего Севера — субарктический и арктический пояса; II и III зоны находятся в умеренном поясе, причем III отличается от II более теплым летом; IV расположена в южной части умеренного и северной части субтропического пояса. Границы между I и II зонами определяются в основном изотермой января -28° ; между II и III зонами — изотермой июля $+21^{\circ}$, а между III и IV зонами — изотермой июля $+25^{\circ}$.

Во II и III зонах — на основной территории страны, где холодная погода (закрытый режим эксплуатации) продолжается 3—8 месяцев, следует предусмотреть ряд мер по оздоровлению воздушной среды в газифицированных квартирах. (Отметим, что в I зоне газификация пока не развита, а в IV почти отсутствует закрытый режим помещений.) Желательно также улучшить инсоляцию квартир, чтобы в каждой была по крайней мере одна комната, облучаемая солнцем по 3 часа ежедневно в период с марта по сентябрь.

В I зоне, где микроклимат жилищ резко нарушается в результате продувания сквозь оконные щели, следует внедрить новые конструкции окон — с тройным остеклением и уплотняющими прокладками. Для борьбы с чрезмерной сухостью в отопительный сезон и улучшения воздухообмена совершенно необходима приточная вентиляция с увлажнением и подогревом воздуха. В особо суровых районах нужны утепленные галереи, соединяющие жилье с детскими учреждениями, магазинами и пр.

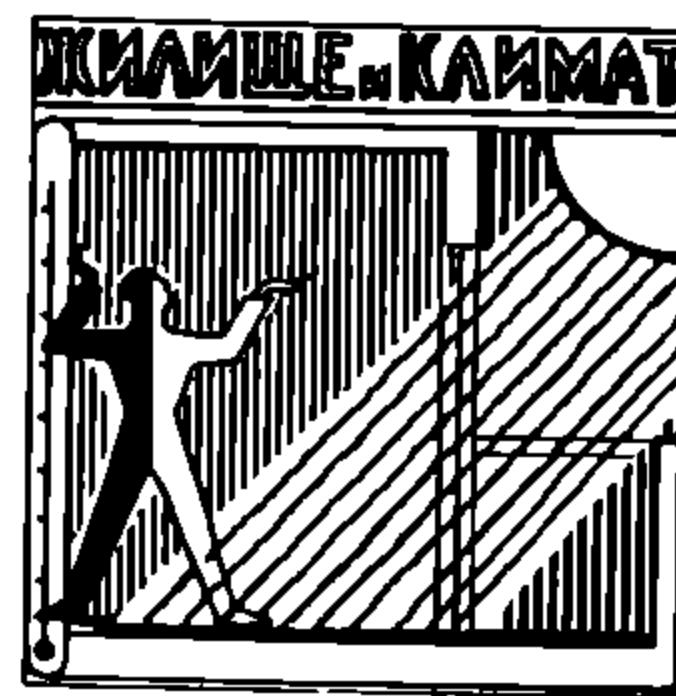
В IV и III зонах, где летом нередко жилища перегреваются, пора повсеместно оборудовать солнцезащитные устройства на окнах. Кроме того, полезно улучшить аэрацию помещений, совершенствуя с этой целью планировочные и технические решения домов.

Одна из насущных задач жилищного строительства в пустынях Средней Азии — внедрение искусственного охлаждения, без которого здесь летом невозможно создать нормальные условия в домах средней и повышенной этажности. Следует больше строить малоэтажных домов, хорошо затененных зеленью.

Рекомендации по улучшению гигиенических качеств жилищ частично проиллюстрированы на рис. 6. В дальнейшем необходимо осуществлять еще большую дифференциацию в проектировании жилых домов в зависимости от природно-климатических условий. Нуждается в совершенствовании также строительно-климатическое зонирование и методика учета местных климатических особенностей.

Таковы пути совершенствования проектов жилищ в разных климатических зонах на ближайшие десятилетия. Строительство комфортабельных жилых домов с полным учетом климата значительно улучшит условия жизни населения нашей страны

УДК 728; 551.56/58



Эмблема симпозиума «Климатическое районирование для проектирования жилищ», проходившего в Москве в июне 1969 г.

Рекомендуемая литература

Д. Э. Аронин. Климат и архитектура (пер. с англ.) М., Госстройиздат, 1959

В. Л. Воронина. Опыт проектирования зданий в странах тропического климата. М., Стройиздат, 1966

М. С. Горомотов. Микроклимат жилищ и его гигиеническое нормирование. М., Медгиз, 1963

В. Е. Кореньков. Типизация жилища и природно-климатическое условие. М., Госстройиздат, 1956

В. К. Лицкевич, А. А. Гербурт-Гейбович. Строительно-климатическое зонирование территории СССР. М., Центр. научно-техн. информ. по гражд. строит., 1967

В. К. Лицкевич, А. А. Гербурт-Гейбович. Основные принципы оценки и климата в типизации жилищ. М., Центр. научно-техн. информ. по гражд. строит., 1969

Ископаемые тритерпеноиды

Н. Г. Голованов

Кандидат технических наук
Киев

«Туртыгин сел около одного куста и стал закуривать трубку. Едва он чиркнул спичку, как окружающие куст эфирные масла вспыхнули с шумом бесцветным пламенем. Это понравилось стрелкам, и они стали устраивать такие фейерверки около каждого куста. Наконец, я остановил их, прося поберечь спички. Если непривычный человек в безветренный жаркий день попадет в заросли этого растения (даурский рододендрон.— Н. Г.), с ним может сделаться дурно: так много оно выделяет из себя эфирного масла»,— рассказывает в своей книге «В дебрях Уссурийского края» известный русский путешественник В. К. Арсеньев.

Благоухание цветов розы, фиалки, ландыша, смолистый запах хвойного леса, аромат скошенного сена часто обязаны ничтожным дозам эфирного масла, этого летучего маслянистого вещества, накапливаемого растением в железистых волосках, чешуйках, смоляных ходах. Содержание эфирных масел в растениях очень различно: в лепестках розы его 0,007—0,012%, в листьях мяты—0,8%, в листьях герани—0,1—0,2%, в плодах аниса—3%.

Теперь уже изучено более 1500 видов эфирных масел, и все же это составляет незначительную часть того, что может дать флора земного шара. Эти ценные вещества служат для изготовления духов и одеколонов, без них не обходятся косметическая и фармацевтическая промышленность, их употребляют в производстве конфект и напитков.

Среди эфирных масел особое значе-

ние имеет скипидар, добыча которого составляет отдельную отрасль лесной промышленности.

Терпены—так называют углеводороды состава $C_{10}H_{16}$, присутствующие в смолах хвойных растений и во многих эфирных маслах и придающие этим веществам столь оригинальную специфическую особенность. Помимо собственно терпенов, различают другие сходные с ними углеводороды, состав которых, как и состав терпенов, кратный C_5H_8 : сесквитерпены $C_{15}H_{24}$ или $(C_5H_8)_3$, дитерпены $C_{20}H_{32}$ или $(C_5H_8)_4$, тритерпены $C_{30}H_{48}$ или $(C_5H_8)_6$ и вообще политерпены $(C_5H_8)_n$. Все эти углеводороды, вместе с их кислородными производными, носят общее название терпеноиды.

Наиболее распространены в природе, главным образом в растительном мире, тритерпеноиды. Они были известны и начали изучаться очень давно, но только в последнее время достигнуты серьезные успехи в выяснении их строения. К 1963 г. было открыто и описано 170 природных тритерпеноидов, выделенных из большого числа различных растений, и для 80 из них установлена структура. Среди них—бетулин, амирины, лупеол, фриделанол и др. Мы приводим формулы некоторых наиболее характерных тритерпеноидов растительного происхождения (см. стр. 60).

Однако не только растения богаты этими веществами. Тритерпеноиды обнаружены также в бурых углях. Впрочем, исходным материалом для них послужили опять-таки растения. После их отмирания содержащиеся

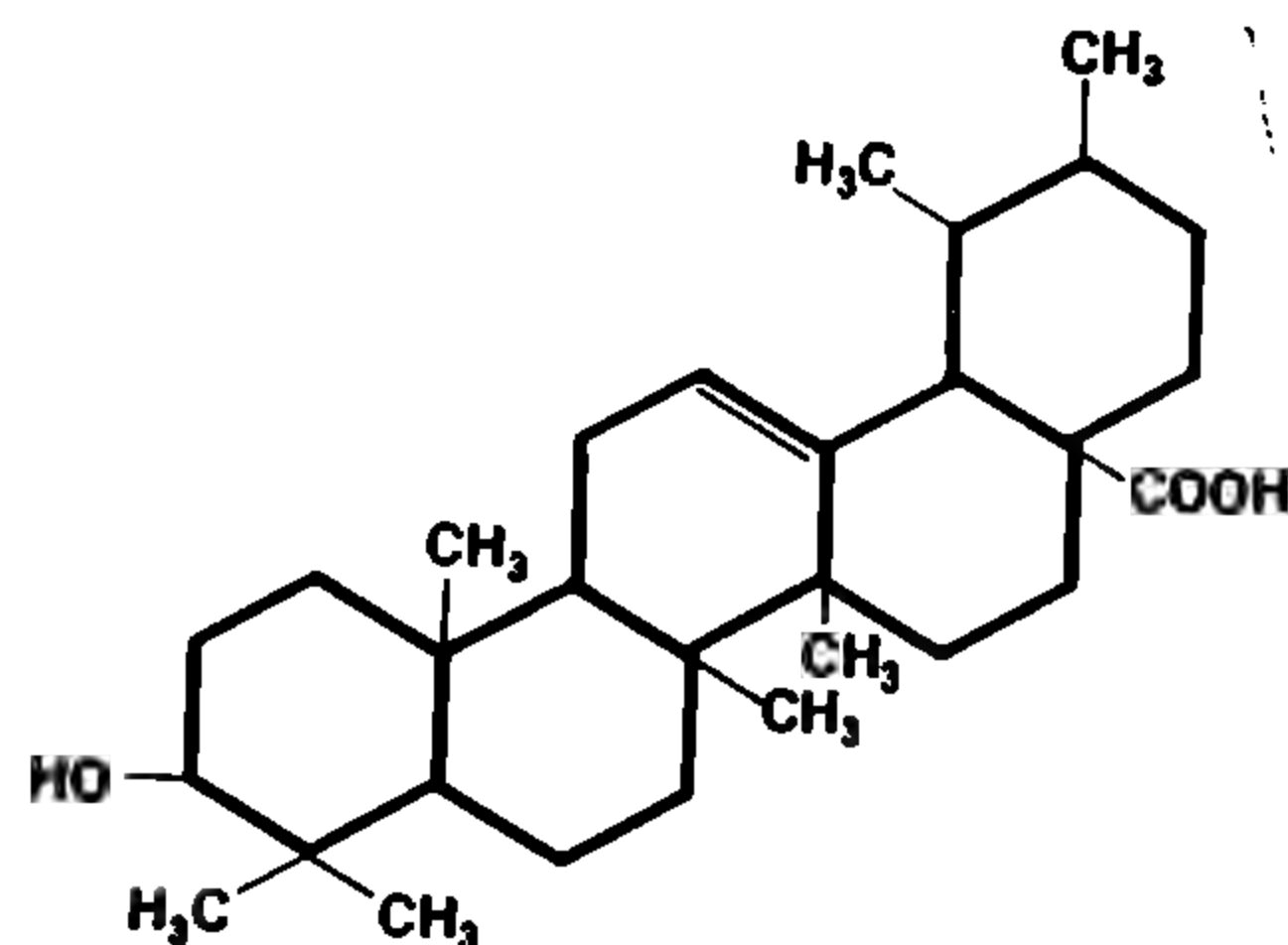
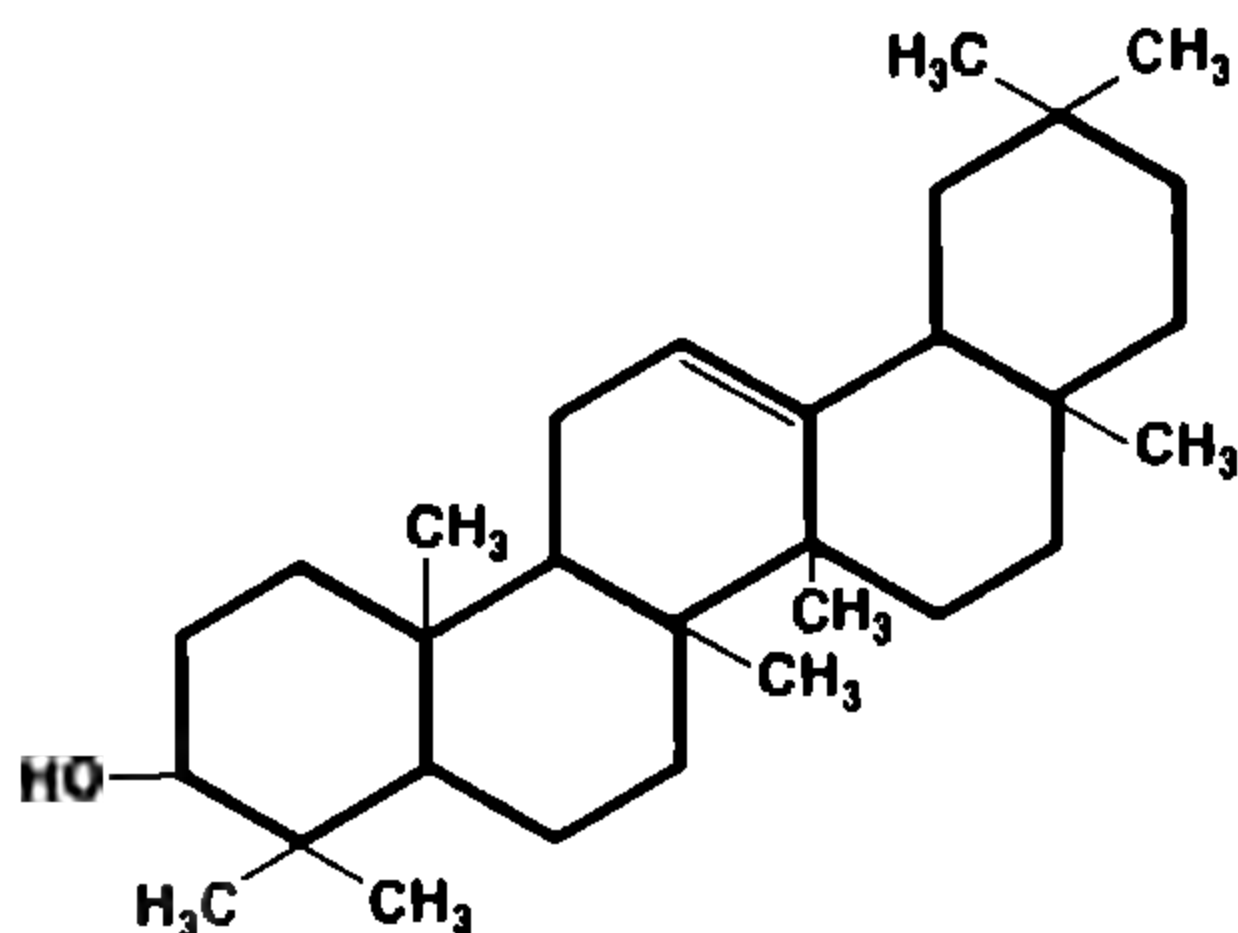
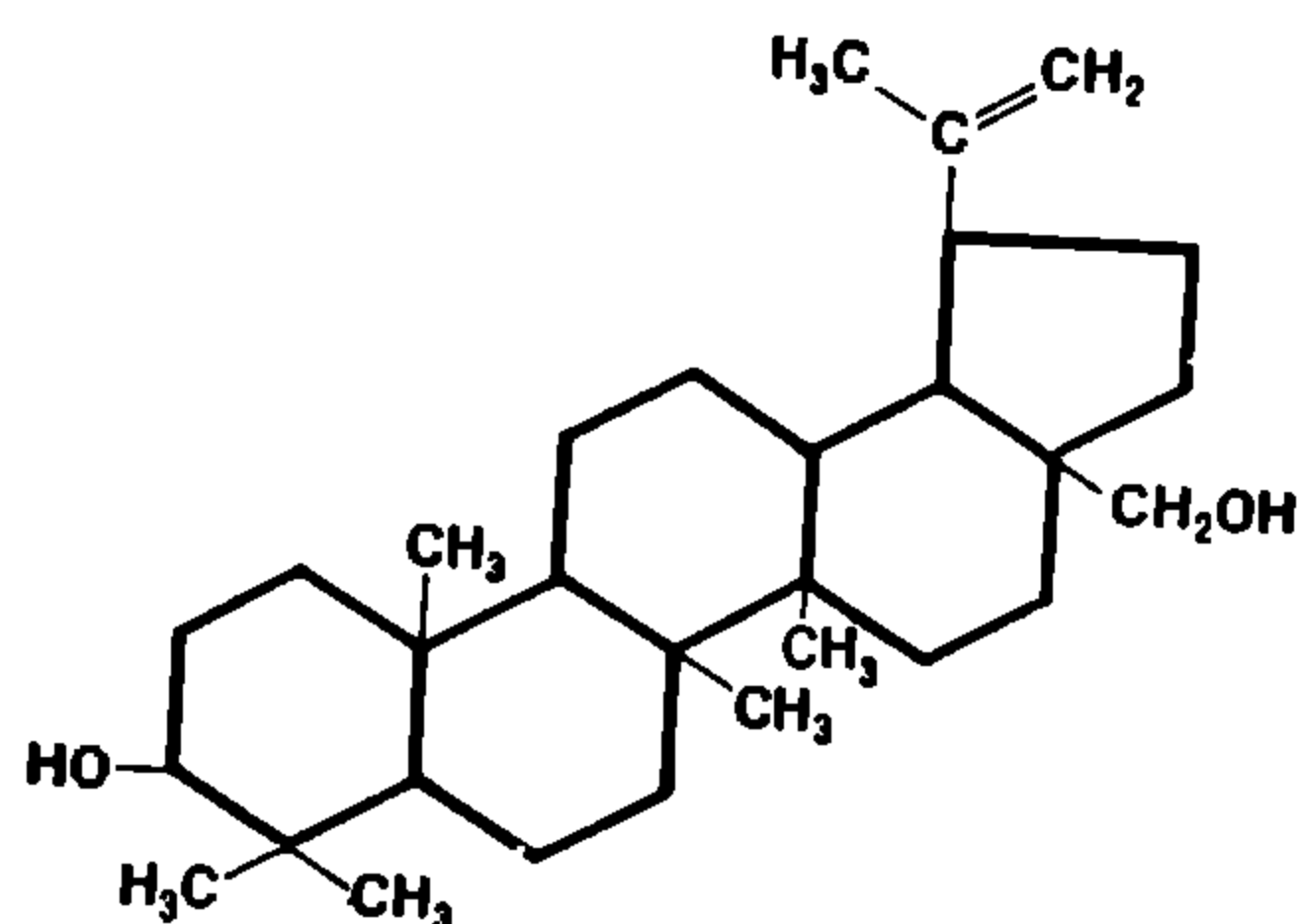
в растениях битумы (воски, смолы) почти без изменений перешли в торф и затем в бурый уголь.

Сейчас широко развито промышленное получение так называемого горного воска, который состоит из смолы и собственно воска. Соотношение обеих частей зависит от природы бурого угля, растворителя, температуры экстракции и других факторов. Горный воск, извлеченный, например, из бурого угля Александрийского месторождения (УССР), содержит около 15% смол. Смолы, извлекаемые из бурых углей, почти не изучены. Они хранят много тайн, раскрытие которых важно как с научной, так и с практической точек зрения.

На протяжении ряда лет мы исследовали смолу, полученную из бурого угля Александрийского месторождения. По внешнему виду это светло-коричневый порошок с золотистым оттенком. Легко растворяется в бензоле, ацетоне, изопропиловом спирте. Элементарный состав: углерода—78,64%, водорода—9,79%, кислорода—9,34% и серы—2,23%.

Из смолы александрийских бурых углей нами выделены тритерпеноиды—аллобетулин, оксиаллобетулин, фриделин, фриделанол, апооксиаллобетулин¹ и оксиаллобетулон. Их в смоле около 1,7%. Присутствие в буром угле бетулина—характерного тритерпеноида березовой коры—указывает на его большую биологическую устойчивость. Этим, вероятно, и объясняется хорошо известная со-

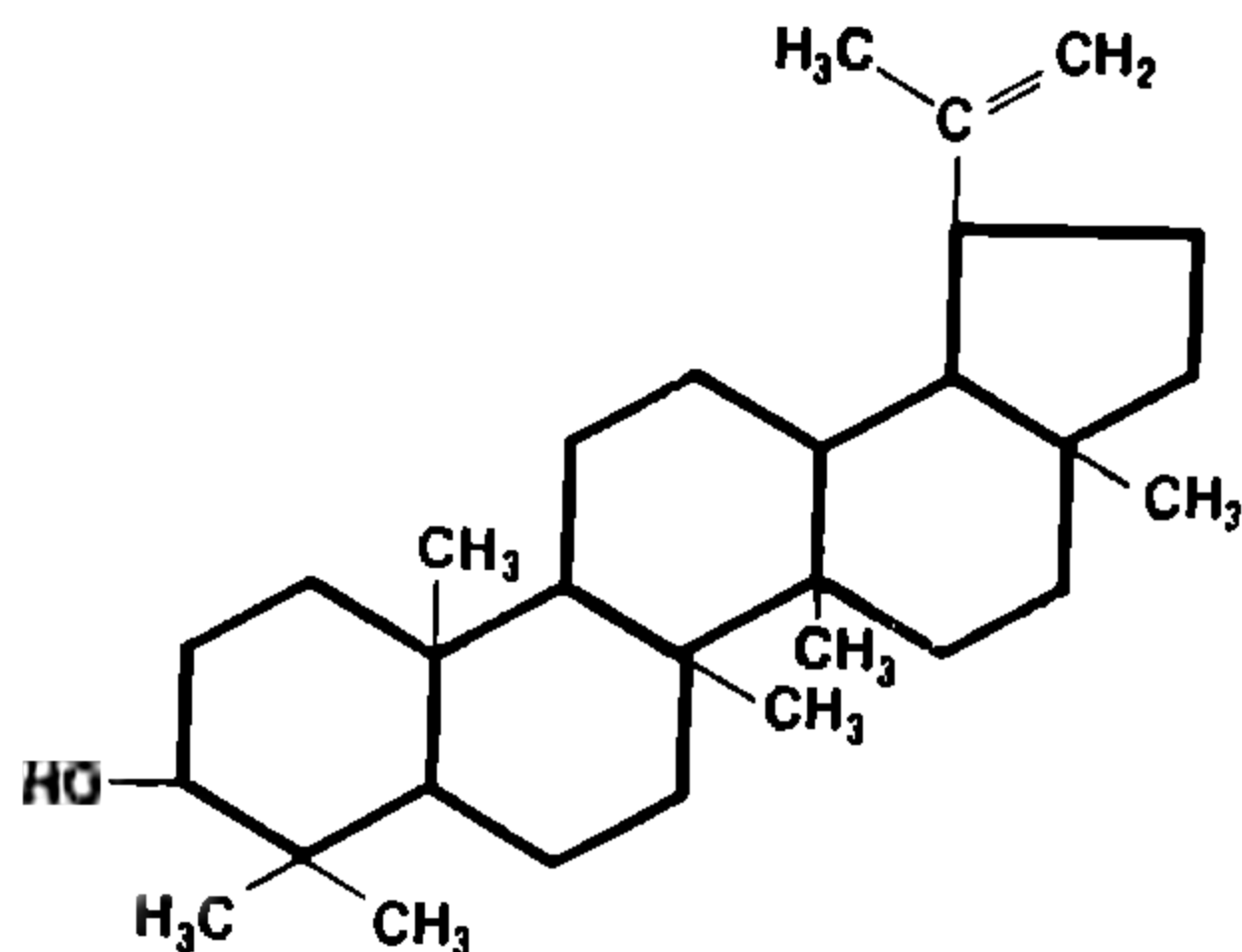
¹ «Алло»—в переводе с латинского—иной; «апо»—происходящий из чего-либо.



Строение одного из тритерпеноидов — бетулина $C_{30}H_{48}(OH)_2$ — установлено в 1939 г. швейцарский ученый Леопольд Ружичка; за исследования полиметиленов и высших терпенов ему в том же году была присуждена Нобелевская премия. Значительно раньше, в 1788 г., это вещество впервые выделил из коры березы русский химик и фармацевт Т. Е. Ловиц.

Бетулин — это пентациклический (состоит из пяти циклов) двухатомный спирт с двумя гидроксильными (OH) группами. Пятикольчатый скелет молекулы обуславливает высокую стойкость соединения (найденные при археологических раскопках близ Новгорода берестяные грамоты пролежали в земле более 800 лет). Белый цвет коры березы обусловлен присутствием бетулина. Заполненные им клетки бересты защищают ткани дерева от спор различных грибов. Бетулин найден также в коре лещины, граба и некоторых других деревьев. По мнению академика АН Латвийской ССР А. И. Калниньша, из эфиров бетулина можно получать хорошие лаки

Амирин ($C_{30}H_{49}OH$) впервые обнаружен в 1835 г. в смоле элми из растений семейства бурзеровых. Тритерпеноиды этого класса — пентациклические одноатомные спирты (состоят из пяти циклов и имеют одну гидроксильную группу). Фикусы, сапотовое, хлебное и розовое деревья, падуб остролистный, калина, масличное дерево, шелковица, молочай, омела, одуванчик, кокаиновый куст, каучуковое дерево, парагвайский чай, ваточник — таков неполный перечень растений, из которых выделены амирины и их соединения. Кстати, из листьев и стеблей парагвайского чая изготавливают ароматный напиток мате (его пьют из специальной посуды — мате); в высушенной настойке мате 0,43% тритерпеноидов



Лупеол ($C_{30}H_{49}OH$) выделен впервые в 1889 г. из кожицы семян люпина. Это одноатомный пентациклический спирт; по своему строению напоминает бетулин: те же пять циклов, из которых четыре — шестичленные и один — пятичленный. Лупеол выделяют из листьев мяты, омелы и некоторых других растений; он содержится в молочном соке фикусов, в жевательной резинке (сок сапотового дерева), в гуттаперче; его находят в коре и корнях многих растений

Урсоловая кислота ($C_{29}H_{48}OH COOH$) — пентациклическая одноосновная двухатомная из числа тритерпеновых кислот. состоит из пяти циклов, имеет одну карбоксильную (COOH) и одну гидроксильную (OH) группы. Впервые выделена в 1854 г. из листьев толокнянки обыкновенной или медвежьего ушка (медведь по латыни — «урсус»). Урсоловую кислоту неоднократно выделяли из восковой пленки яблок, из груш, брусники, черники, голубики, граната и др. Она содержится также в листьях падуба, омелы, шалфея, рододендрона, боярышника, олеандра, сливы и многих других растений

храняемость березовой коры после того, как сама древесина полностью разрушена. Бетулин переходит в аллобетулин под влиянием изменения среды (химики называют это изменением концентрации водородных ионов) и затем в оксиаллобетулин в результате окислительных процессов. Как и выделенные из растений, ископаемые тритерпеноиды оптически активны.

Показательно, что тритерпеноиды бурого угля обнаружены в экстрактах современных растений. Данные исследований позволяют полагать, что в образовании александрийского бурого угля принимали участие растения семейств рутовых, вересковых, ивовых, ильмовых, розовых и др. Из коры и листьев растений этих семейств, а также из лишайников выделены фриделин и фриделанол. Очевидно, немаловажную роль в образовании александрийского бурого угля играли и растения семейств березовых, крушиновых и ремнецветных, так как в коре, семенах и плодах этих растений обнаружен бетулин. Следует, однако, отметить, что в смоле александрийского бурого угля бетулин отсутствует и очень мало аллобетулина. Эти соединения представлены в смоле в виде окисленных производных (оксиаллобетулин, оксиаллобетулон) исключительно аллорядом. Очевидно, содержащийся в первоначальном растительном материале бетулин изомеризовался в аллобету-

лин. В дальнейшем произошло окисление последнего.

Можно полагать, что тритерпеноиды, как весьма стойкие соединения, сохраняются в течение нескольких десятков миллионов лет. Известно, что александрийские бурые угли образовались в третичный период кайнозойской (новой) эры, который продолжался, если считать от начала периода до наших дней, 60 млн лет. По-видимому, тритерпеноиды растительного материала сохранились на стадиях образования торфа и бурых углей, претерпев лишь весьма незначительные изменения.

Исследования, проведенные в Институте экспериментальной биологии Академии медицинских наук СССР доцентом П. М. Чеповым, показали, что некоторые экстракты бурого угля биологически активны. Отдельные фракции буроугольной смолы, как выяснилось, пригодны для мумификации опухоли Броуна-Пирса: рост и развитие привитой в желудок кролика опухоли прекратились, при этом полностью сохранилась функция желудка.

В чем химизм этого терапевтического эффекта — вопрос, который надо выяснить. Не исключено, что тритерпеноиды как раз и являются мумифицирующими веществами. В 1933 г. Ашгейм и Гольвег установили, что

смоляная часть буроугольных экстрактов обладает эстрогенными свойствами — вызывает эструс (течку) у самок животных. Возможно, что и в данном случае «повинны» тритерпеноиды, вещества растений-углеобразователей.

В листьях мирты обыкновенной и эвкалипта голубого помимо эфирного масла содержатся кристаллические вещества, которые убивают некоторые микробы, устойчивые к таким антибиотикам, как пенициллин и стрептомицин.

Задерживает рост раковых опухолей, привитых животным, и экстракт элеутерококка. Как миртовые (мирта, эвкалипт), так и аралиевые (элеутерококк) произрастали на месте Александрийского буроугольного месторождения и, как показывает споровый анализ, принимали участие в образовании залежей бурого угля. Таким образом, вещества растений-углеобразователей, обладающие биологической активностью, пережили углеобразовательный процесс и накопились в залежах бурых углей.

Мы уже знаем: бурые угли не столько ископаемое топливо, сколько ценное химическое сырье. Изучение и использование буроугольной смолы откроет перед химиками, биологами, медиками новые широкие возможности.
УДК 66.062.2

Лазер разогревает плазму

П. Г. Крюков

Кандидат физико-математических наук
Москва

В Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР проводятся эксперименты по регистрации нейтронов, исходящих из дейтериевой плазмы, которая образована мощным лазерным излучением.

В 1962 г. Н. Г. Басов и О. Н. Крохин предложили использовать лазерное излучение для получения высокотем-

пературной плазмы. Благодаря высокой направленности и мощности лазеры позволяют достигать больших концентраций световой энергии и скорости ее введения в плазму (от современных, генерирующих ультракороткие импульсы, можно получить мощность до 10^{12} вт).

Весной 1968 г. в лаборатории кван-

товой радиофизики Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР группой исследователей под руководством Н. Г. Басова был поставлен эксперимент по разогреву плазмы, содержащей тяжелый водород — дейтерий. Известно, что при достаточно высокой температуре в такой плазме начнется термоядерная реакция

нейтроны, попадая в пластмассу, вызывают вспышки света, которые регистрируются фотоумножителем в виде электрических импульсов. Большие размеры счетчика позволили добиться высокой эффективности регистрации нейтронов — около 10% нейтронов, испущенных плазмой, должны были попадать в счетчик и вызывать свечение.

Кроме импульсов, вызванных быстрыми нейтронами плазмы, в счетчике возникали импульсы фона, обусловленные космическим излучением и естественной радиоактивностью пласт-

массы. Для того чтобы отличить нужные импульсы от фона, применялся двухлучевой осциллограф. На него подавались импульсы от счетчика и сигнал от затвора Керра, который указывал момент прихода лазерного импульса на мишень. В эксперименте удалось наблюдать несколько случаев совпадения импульсов от счетчика с импульсами от затвора Керра. Число таких совпадений исключает их случайность.

Эксперимент показал, что с помощью мощного лазера можно нагреть плазму до температур, при ко-

торых начинаются термоядерные реакции. Из произведенного расчета следует, что средняя энергия на частицу плазмы достигает 2000 эв, что соответствует 20 млн градусов. Однако время жизни такой плазмы весьма невелико: оно сравнимо с длительностью лазерного импульса. В настоящее время исследования по нагреву плазмы лазерным излучением ультракороткой длительности продолжают.

УДК 533.907

Открыт новый ледниковый район

Л. С. Говоруха
Ленинград

Казалось бы, в наше время гляциологи могли быть уверенными в том, что им известны все более или менее крупные ледниковые районы мира, во всяком случае те, площадь оледенения в которых исчисляется десятками квадратных километров, а число отдельных ледников достигает сотни. Однако на самом деле это не так. Например, совсем недавно были открыты ледники Кадара. А осенью 1967 г. небольшая географическая экспедиция Ордена Ленина Арктического и Антарктического научно-исследовательского института вновь подтвердила, что далеко не все горные районы, даже в нашей стране, хорошо изучены. Еще в начале лета от сотрудников этой экспедиции стали поступать предварительные сведения, что в горах северо-восточной части Таймырского п-ва обнаружен целый комплекс ледников. По первым радиосообщениям насчитывалось около десятка сравнительно крупных ледников и около сотни мелких. Было ясно, что Таймырская экспедиция приступила к обследованию весьма крупного горноледникового узла.



Горноледниковая зона Бырранга. Установка створов в средней части ледника Толля



Обрыв ледника Киры

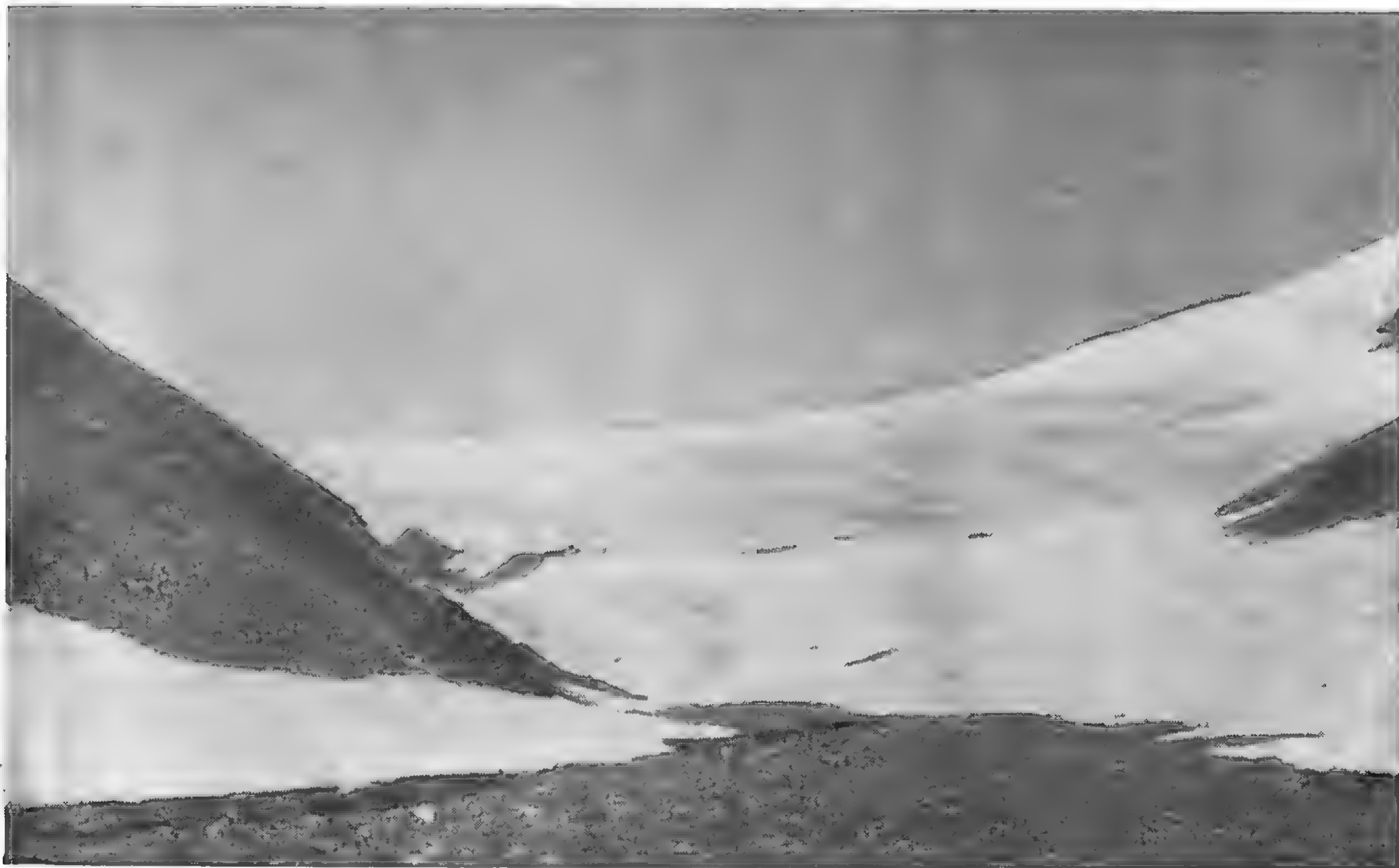
Правда, нельзя сказать, чтобы о ледниках в этом районе до 1967 г. вообще не было известно: лет 15—20 назад здесь работали и геологи, и топографы, но их основные маршруты проходили преимущественно по долинам, куда спускались только концы ледников. Естественно, полного представления о размерах местного оледенения, о типах и количестве ледников, не говоря уже о всех их специфических особенностях, до сих пор не было. И главная причина — в труднодоступности этих таймырских ледников: здесь расположена наиболее возвышенная часть целой системы параллельных сильно расчлененных хребтов, которые объединены под общим названием горы Бырранга. На языке местных жителей это название означает «пила-горы». Вот в этот-то наименее изученный в пределах материковой части Советской Арктики горноледниковый район и была снаряжена специальная экспедиция.

Хотя в нашем распоряжении находились отличные легкие самолеты АН-2, высадиться прямо на ледники оказалось далеко не просто. Операции по высадке и снабжению экспедиции всем необходимым для нормальной работы заняли около полутора месяцев, и только 1 июня в сердце горноледникового узла Бырранга начались детальные гляциологические исследования. Они включали широкий круг наблюдений: изучение метеорологического режима и режима солнечной радиации в ледниковой зоне, измерение температуры толщи льда, определение скорости его движения, величины накопления и стаивания и др.

Напряженный труд принес свои плоды: к концу лета мы уже много знали о жизнедеятельности этих неизвестных ранее ледников. Всего было обнаружено около десятка крупных — долинного типа, длиной до 5 км, и более ста мелких — каровых — общей площадью до 40 км². Удалось установить, что в настоящее время совре-

менное оледенение гор Бырранга отступает. Величина ежегодного стаивания льда намного превышает величину сезонного накопления снега, поэтому уменьшается количество ледников и их общая площадь. Слишком большой ежегодный дефицит массы льда в бюджете местных ледников навел на мысль о молодом (в геологическом смысле) их возрасте. Создается впечатление, что оледенение гор Бырранга образовалось всего несколько тысячелетий назад в одну из эпох похолодания последледникового времени (т. е. уже после отступления материковых ледниковых щитов четвертичного периода).

Ледники Бырранга малоактивны, с низкой энергией оледенения, с небольшими градиентами аккумуляции — абляции. Для накопления на их поверхности снега характерна инверсия, обусловленная особенностями расчленения рельефа в водораздельной горноледниковой зоне. Скорость перемещения поверхностных слоев льда на самом крупном леднике Толля не превышает 5—6 м в год.



Языки ледника Северный спускаются до высоты 567 м над ур. м.

Вследствие этого поверхность ледников довольно ровная с трещинами не более 10—20 см. Исключение составляют лишь краевые фирновые трещины на каровом леднике Эталон, которые достигают ширины 60—80 см.

Для строения таймырских ледников характерна двухъярусность возрастных генераций, обнаруженная в толще языка ледника Северный: нижний ярус — предположительно позднеледниковый, а верхний (основной) — голоценовый.

Полученные новые данные показали, что на нашу долю выпало, по существу, открытие нового горноледникового района. А ведь это не так уж часто случается с географами в середине XX века!

УДК 235.31; 551.32

Ледяное плато в верховьях ледника Южный (900 м над уровнем моря). Вдали видны каровые ледники



Тугайные леса надо сохранить

В. Л. Рашек, Ю. Ф. Мамаев

Наше знакомство с тугаями Туркмении началось в мае, но даже весной, когда растительность еще только пробуждается после зимнего сна, они произвели на нас незабываемое впечатление.

Тугайные леса описать очень трудно, их надо увидеть и «прочувствовать» самому. Увидеть своими глазами это буйство травянистой и кустарниковой растительности, которая, переплетаясь, ошетинивается бесчисленным множеством колючек самых разнообразных размеров. Поражает удивительное многообразие тугайной растительности во всех ее сочетаниях: то это заросли сочно-зеленой солодки едва не в рост человека, кусты чингилля и гребенщика, а то «взрывы» могучего эриантуса, над верхушками которого едва видны трепещущие кроны тополя-туранги. А по опушкам и на редирах чингиль и различные травы образуют сплошные «оборонительные» валы, прорваться сквозь которые под силу разве кабану в его «защитных доспехах».

Поражает и разнообразие красок, гамма которых варьирует от пастельно-мягких желтоватых тонов пустыни до сочных мазков осоки и молодого тростника по берегам Амударьи и небольших голубых озер среди тугаев. Среди буйных зарослей вдруг открывается взору такое озерко, с отстоявшейся амударьинской водой, отражающей небесную синь. По берегам озер можно встретить следы бухарского оленя, кабана, камышового кота, а ранним утром и на вечерних зорях услышать, как перекликаются нарядные, под стать тугаям, фа-

заны. Серебристая листва лоха (джиды) великолепно гармонирует с зеленью туранги и соломенной желтизной прошлогоднего эриантуса. И над всем этим многообразием форм и красок плывет тонкий аромат цветущей джиды...

Тугаи расположены вдоль реки неширокой полосой (редко превышающей 4—5 км). Однако преодоление даже стометровой полосы этой колючей непролазной чащобы иногда превращается в совершенно неосуществимую затею. Каждый, кто хоть раз побывал в тугаях, наверняка вынес чувство особой почтительности к силе природы, многовековой, первозданной силе, перед которой человек чувствует себя маленьким и слабым существом...

Однако встречали мы и другие тугаи. Внезапно растительный покров исчезал, вытоптанный тысячами копыт, и куда ни кинь взгляд — ни травки, ни кустика. Это выбитые скотом участки тугаев, пустынные и безмолвные. Сиротливо стоят среди этого безмолвия запыленные деревья туранги. Из диких животных здесь можно встретить лишь изредка... чахлого тарантула. Мы встречали этих пауков вечером, при свете электрического фонаря, когда бродили в поисках хоть какой-либо живности. А вот протянувшаяся на несколько десятков гектаров гарь — слой пепла под ногами и воздетые к небу, словно вопиющие о защите обугленные ветви джиды и туранги. Почти каждый день мы наблюдали все новые и новые дымы в тугаях — это чабаны освобождали для отар новые участки пастбищ, бросая вытоптанные, даже не подозревая, что они рубят сук, на котором сидят. К сожалению, этого

не понимают еще многие районные руководители и председатели колхозов. Картина уничтожения великолепнейшего ландшафта произвела на нас тягостное впечатление. И нам кажется, что каждый, кто ознакомится с материалами, приведенными в этой статье, поднимет свой голос в защиту последних на Амударье участков тугайной растительности, которые еще можно спасти. Пока еще можно.

Тугаи — совершенно особая форма ландшафта, характерная для аридных низменностей Средней Азии. Им свойственны совершенно определенные почвы, растительные ассоциации и фаунистические комплексы. Поэтому тугаи представляют большую научную и практическую ценность как объекты для изучения закономерностей почвообразования, сложения и структуры растительных и животных биоценозов, а также как генетический фонд многих видов и форм растительных и животных организмов. Тугайный ландшафт имеет и большую культурную ценность. Известно, что люди издавна старались приурочить свои поселения к поймам рек, особенно в зоне пустынь. В суровых климатических условиях Средней Азии населявшие ее народы в своей хозяйственной деятельности были тесно связаны с тугаями. В зоне этих лесов и по сей день можно встретить интереснейшие памятники старины и услышать связанные с ними легенды. Таковы, например, развалины Кушк-Кала и романтическая легенда о Тахире и Зухре, относящаяся именно к этим местам.

Как правило, тугаи — это неширокие ленты древесно-кустарниковой расти-



Только пепел под ногами да обугленные стволы...

тельности, ограниченные рекой с одной стороны и теснимые песками пустыни — с другой. Незначительность площадей тугайных урочищ и суровость природных условий делает этот ландшафт легко уязвимым. В настоящее время бурный рост промышленности и технической вооруженности человека повлекли за собой интенсивное освоение новых территорий. К сожалению, приходится отметить, что в этом процессе тугайным лесам и их правильному хозяйственному использованию не уделяется достаточного внимания.

Так, тугаи Туркмении даже не выделены в состав гослесфонда, и лесхозы по существу даже не являются хозяевами территории этих лесов. Отсутствие проектных материалов на большую часть тугайных лесов (кроме насаждений Дарганатинского лесхоза) затрудняет определение их площадей, породного состава и т. д., а следовательно, делает невозможным сколько-нибудь реальное планирование их хозяйственного использования.

Знакомясь с тугайными лесами Туркмении, мы проехали от урочища Бурли Дарган-Атинского лесхоза на севере до г. Керки на юге, т. е. около 450 км вдоль реки. Оказалось, что на всей этой территории в настоящее время под тугаями числится всего около 25 тыс. га. Но и эта площадь фактически занята тугайными лесами

не более чем на 60%. О том, как быстро идет процесс уничтожения тугаев, можно видеть на примере изменений, происшедших в небольшом Ламбинском лесничестве. Здесь за 10 лет (между двумя лесоустройствами) площадь «прогалин и пустырей» увеличилась почти вдвое — с 2518 га до 4390 га, площадь под «гарями и погибшими насаждениями» еще больше — с 168 га до 435 га. За этот же период площадь лоховых насаждений уменьшилась более чем вдвое, т. е. с 2288 га до 1050 га. Вот пример резкого изменения флористического состава тугаев, происходящего одновременно с сокращением их площади.

В настоящее время, на левом берегу Амударьи (в пределах обследованной нами территории) тугайные леса представлены разобщенными урочищами номинальной площадью от 80 до 2500 га.

Подобное положение с тугайными лесами Туркмении сложилось в результате беспланового освоения их различными организациями. В широких масштабах уничтожает тугайные леса фирма «Средазлакрица», добывающая корень солодки. Вооруженная мощной техникой, эта организация производит распашку тугайных зарослей, но на отработанных площадях никаких лесовосстановительных работ не ведет. Раскорчевкой тугаев под пашни занимаются и колхозы.

Еще более усугубляют бедственное состояние тугаев пожары и выпас скота, который ведется без соблюдения норм нагрузки пастбищ. Пожары, причиной которых служат преднамеренные поджоги, довольно частое явление в тугаях. И если распашка тугаев расчленяет и измельчает тугаи до площадей, не способных обеспечить экологическую устойчивость этих ассоциаций, то неумеренная пастба скота и пожары уничтожают естественное возобновление, качественно изменяют породный состав, довершая процесс исчезновения этих замечательных насаждений.

Кроме того, по плану строительства плотины в районе поселка Туя-Муюн образующееся водохранилище затопит около 6,5 тыс. га тугаев — притом лучшие левобережные тугаи.

Вместе с тугаями исчезают и населяющие их животные. В особенно бедственном положении оказался тугайский олень — хангул. В прошлом этот олень обитал в тугайных зарослях рек Амударьи и Сырдарьи. Неумеренная охота и сокращение площадей тугайных лесов привели к такому катастрофическому сокращению ареала этого зверя, что Международный союз охраны природы счел необходимым занести его в список редчайших, подлежащих особой охране животных. Основная ответственность за сохранение хангула лежит на нашей стране. По данным А. Г. Банникова и



Степной кот недоволен вторжением человека *Украшение пустыни — джейран — нуждается в охране*

Л. В. Жирнова (1968 г.), поголовье хангулов в нашей стране (а это основная часть мирового поголовья) составляет всего около 300 голов. При этом нельзя забывать, что малочисленные популяции животных неустойчивы. Эпизоотии или какие-либо иные, даже временные, отклонения в условиях обитания на небольшой площади, занятой такой популяцией, приводят ее к гибели.

В Туркмении сохранилось всего около 15 оленей, которые держатся мелкими группами по отдельным урочищам. При этом зарегистрировано несколько случаев браконьерства. Таким образом, Туркмения стоит перед угрозой потери тугайного оленя.

Положение с численностью хангула несколько не лучше положения с зубром. И то, что охране тугайного оленя уделяется гораздо меньше внимания, по-видимому, можно объяснить только неосведомленностью широкой общественности о бедственном положении этого животного.

Нет уже никаких сомнений в том, что необходимы срочные меры по охране еще сохранившихся тугайных ле-

сов и их фауны. Необходим заповедник, причем наиболее подходящим местом для его организации мы считаем участок правобережной поймы Амударьи между вершиной Араб-Хана на севере и развалинами крепости Кушк-Кала на юге вместе с прилегающими островами. В него входят три урочища, занятые тугайными лесами. Это урочища Япаш, Баки-Джан и Наразим.

Тугаи этого, как мы его будем называть, «Наразимского» участка тянутся относительно целым массивом от вершины Араб-Хана до крепости Кушк-Кала. Туранга, лох и ива встречаются здесь в различных сочетаниях, однако преобладают туранговые насаждения. Это объясняется тем, что лох и ива гораздо сильнее страдают от пожаров и погибают в первую очередь. В северной части «Наразима» еще встречаются довольно густые туранго-лоховые леса, а чем дальше к югу, тем примесь лоха становится меньше. В южной части этого тугая лес переходит в туранговые и гребенщиковые редины.

Облет «Наразима» на вертолете и наземные экскурсии показали, что по сравнению с тугаями левобережья этот участок пострадал от деятельности человека несравненно меньше, хотя и здесь мы встречали следы пожаров, редины и прогалины, обра-

зовавшиеся при добыче солодкового корня.

Большое значение для будущего заповедника несомненно имеют расположенные на этой территории протоки и старицы Амударьи. Есть здесь и несколько соленых озер, питающихся паводковыми водами.

С севера, востока и юга «Наразимский» участок окружают пески Султантапыкум, местами выходящие к реке.

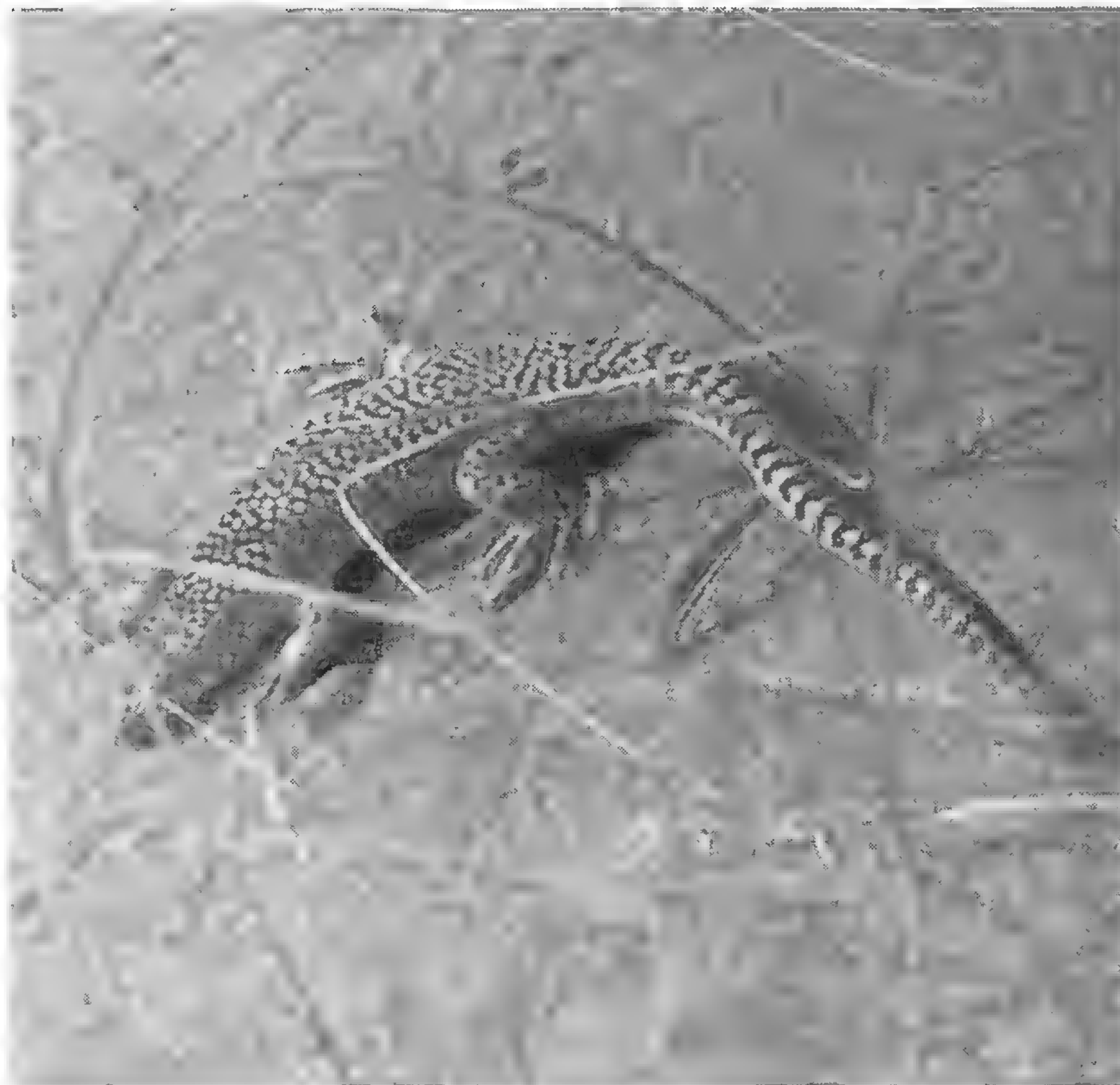
Подобный комплекс пойменных тугаев и песчаной пустыни с саксаулом, кандымом и гребенщиком определяет и относительное богатство видов животного населения «Наразима».

Обитателей пустыни здесь можно встретить рядом с типичными тугайными животными: гепард, степная кошка, волк, лисица, корсак, джейран, кабан, заяц-песчаник, тонкопалый суслик, суслик-песчаник, много видов тушканчиков. В тугайных зарослях обычны фазан, тугайный соловей, черногрудый воробей, скотница, с весны на старицах, протоках и отмелях Амударьи можно встретить серую цаплю, колпицу, кулика сороку, а в прибрежной туранговой чащобе и тростниках гнездятся кваква и волчок. Много пернатых хищников.

*Очаровательный ночной бродяга
песков — сцинковый геккончик*



Сетчатая ящурка активна днем



Богата видами и герпетофауна. В чаще тугаев обитает гюрза, а на их кромке можно увидеть песчаную эфу, найти песчаного удавчика, разноцветного и пятнистого полозов. Под сенью древесно-кустарниковой растительности скрываются от зноя сетчатая и линейчатая ящурки, степная агама и варан, а в песках, рядом с тугаями, особенно рано утром, из-под ног стремглав спасаются ушастая и песчаная круглоголовки. Здесь же ночью, при свете фонарика, можно наблюдать и сцинкового геккона.

Интересна и разнообразна и фауна наземных членистоногих. Итак, на территории «Наразима» представлены пока еще довольно хорошо сохранившиеся, типичные для Туркмении биогеоценозы. Причем, типичная фауна песчаной пустыни представлена здесь гораздо полнее, чем в Репетекском заповеднике, единственном в нашей стране, изучающем пустынные биогеоценозы.

Заповедание песков, окружающих Наразимский тугай, решит вопрос о зимних и ранне-весенних стадиях хангула, которые включают песчаную пустыню, луга и заросли гребенщика; позволит создать охраняемую популяцию джейрана, численность которого катастрофически сокращается в последние годы; создаст широкую буферную зону, отделяющую тугай от пастбищ.

Изучение картографического материала, характера местности и эколо-

гической потребности видов, нуждающихся в охране, показало, что для этого заповедника, в качестве минимальной, может быть принята площадь не менее 100 тыс. га, не считая площади охранной зоны.

При реальной оценке уровня народного хозяйства Туркмении и темпов его развития, создание Наразимского заповедника становится делом чрезвычайной срочности. Хозяйственное освоение тугайных лесов поймы Амударьи, в ряде случаев не рациональное, идет так быстро, что через 2—3 года на территории республики исчезнет еще один ландшафт, олицетворявший некогда ее облик. Этот ландшафт будет утрачен вместе со свойственными только ему видами растений и животных, которые уже сейчас стали редкими, а в ряде мест исчезли совсем.

УДК 634.92

Новые данные к научной биографии Н. А. Морозова

Ю. И. Соловьев
Доктор химических наук
Москва

В литературе¹⁻³, посвященной жизни и деятельности замечательного русского революционера, ученого-энциклопедиста Николая Александровича Морозова (1854—1946), дана высокая оценка его книги «Периодические системы строения вещества. Теория образования химических элементов», изданной в Москве в 1907 г. Сам Н. А. Морозов считал эту книгу «наиболее серьезной» из всех своих работ потому, что изложенная в ней «теория строения атомов (детали которой в некоторых случаях я сам считаю теперь устаревшими),— писал Морозов в 1917 г. известному русскому физико-химику И. А. Каблукову,— оправдалась уже в общих чертах всеми позднейшими экспериментальными исследованиями. Не надо забывать, что она была написана еще в конце XIX в., когда взгляды Менделеева об абсолютной неразложимости атомов считались чем-то вроде аксиомы среди русских ученых, и что выработанная в уединении крепости⁴ моя теория предусматривала: 1) существование безвалентных элемен-

тов...; 2) разложимость атомов на гелий и остаточные компоненты, вроде электронов...; 3) существование изотопов у каждого тяжелого атома...; 4) существование предельной нормы оводненных растворимых кристаллов... и 5) необходимость принимать в расчет, кроме добываемых опытным путем чисел для атомных весов, еще идеальные числа, лежащие в их основе и возрастающие на ту же самую величину от атома к атому. Эти числа и найдены теперь экспериментально исследованием посредством дифракции рентгеновых лучей в кристаллах и называются порядковыми числами атомов. Не трудно видеть, что эти порядковые числа вытекают из основы сложения атомов из первичных компонентов Z и X моих схем и они представлены на стр. 162 (книги «Периодическая система».—Ю. С.) под названием идеальные веса¹ архегелидов на таблице 27, где также даны и изотопы (т. е. элементы с теми же химическими свойствами, но на 4 весовые единицы менее нормальных)»².

До последнего времени оставался открытым вопрос о том, оказали ли влияние эти предвидения Морозова на развитие науки, была ли известна его книга иностранным ученым? Сейчас мы можем с полной уверенностью сказать, что книга Морозова

была известна иностранным химикам, так как в 1910 г. она была переведена на немецкий язык¹.

Перевод книги русского автора на немецкий язык — редкое явление в то время. Нужны были серьезные мотивы, побудившие немецких издателей опубликовать эту книгу в Германии. На наш взгляд, эти мотивы главным образом заключались в самой книге: ее содержание не могло не заинтересовать специалистов, занимающихся разработкой теории образования химических элементов, строением атома, проблемой химической связи и валентности.

Заслуживает внимания и тот факт, что немецкий перевод книги Морозова был прореферирован известным немецким физико-химиком В. Оствальдом в 1912 г. в «Журнале физической химии» — основном, широко известном международном органе физико-химиков. Ниже мы приводим полный текст этого реферата. Оствальд писал:

«Хотя автор идет довольно далеко в своих рассуждениях и этим самым на первый взгляд немного отталкивает читателя, все же референт считает, что в этих рассуждениях многое достойно внимания. Автор допускает, что все элементы образуются из «архониума» с атомным весом 4, «протогелия» с атомным весом 2 и из «протоводорода» с атомным весом 1. В качестве конструктивной

¹ С. И. Вольфович. Н. А. Морозов как химик. «Изв. АН СССР», Отд. хим. наук, 1947, № 5, стр. 523—533; О «Периодических системах строения вещества» Н. А. Морозова. «Сообщ. о научн. работах членов Всес. хим. общ-ва им. Д. И. Менделеева», 1949, вып. 4, стр. 22—26; Н. А. Морозов и его труды по химии. В кн.: «Труды Совещания по истории естествознания». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 197—212; Переписка Н. А. Морозова, Д. П. Коновалова и В. Крукса о «Периодических системах строения вещества». В кн.: «Труды Института истории естествознания». М.—Л., т. 3, 1949, стр. 200—208.

² М. И. Усанович. Научные предвидения Н. А. Морозова. «Успехи химии», т. 16, 1947, вып. 3, стр. 241—253.

³ Г. В. Быков. История электронных теорий органической химии. М., Изд-во АН СССР, 1963, стр. 57—59.

⁴ Свою книгу Н. А. Морозов писал в Шлиссельбургской крепости.

¹ Вся их разница с даваемыми Содди и Рамзаем в том, что они берут единицей меры вдвое большую величину, чем у меня, а это все равно (Прим. Н. А. Морозова).

² Из письма Н. А. Морозова И. А. Каблукову от 25 декабря 1917 г. Архив АН СССР, ф. 474, оп. 3, № 534, в кн.: Ю. И. Соловьев, М. И. Каблукова, Е. В. Колесников. Иван Алексеевич Каблуков. М., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 181—182.

¹ N. A. Morosoff. Die Evolution der Materie auf den Himmels-Körpern, eine theoretische Ableitung des periodischen systems. Dresden, 1910.



Николай Александрович Морозов
(28 апреля 1913 г.)

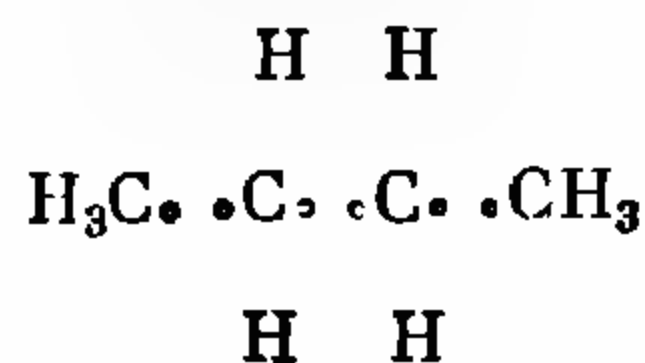
мысли служит идея, взятая из структурной химии. Отклонение от целых кратных чисел величин атомных весов, найденных экспериментальным путем, автор объясняет причиной взаимного действия электронов или подобных влияний.

С остальными подробностями можно ознакомиться в оригинале. Они кажутся намного более благоприятными, чем этого можно было ожидать по столь краткому обзору¹.

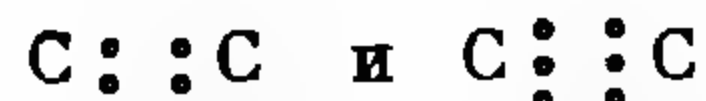
Оствальд, следовательно, дав благоприятную и лестную оценку книге Н. А. Морозова, призвал читателей более подробно ознакомиться с монографией, содержащей ряд новых идей. Напомним, что в книге Н. А. Морозова, кроме теории образования элементов, впервые проводилась мысль о возможности образования межатомной связи парой электронов, принадлежащих обоим атомам. Говоря о «возможности соединения атомов однородными пунктами сцепления с сохранением их зарядов», Морозов пояснял это следующим образом: «соединение друг с другом

пары однородных пунктов атомного сцепления... происходит путем дубликации их зарядов, как бы слившихся в один»¹.

Это было смелое нововведение в электронную теорию. Свою мысль о существовании двух видов связей, совпадающих по сути дела с ковалентными и электровалентными связями современных химиков, на образование химических связей путем спаривания («дубликации») двух одинаковых электронов, на образование кратных связей двумя или тремя парами одинаковых электронов Морозов пояснял формулами. Так, бутан Морозов изображал формулой

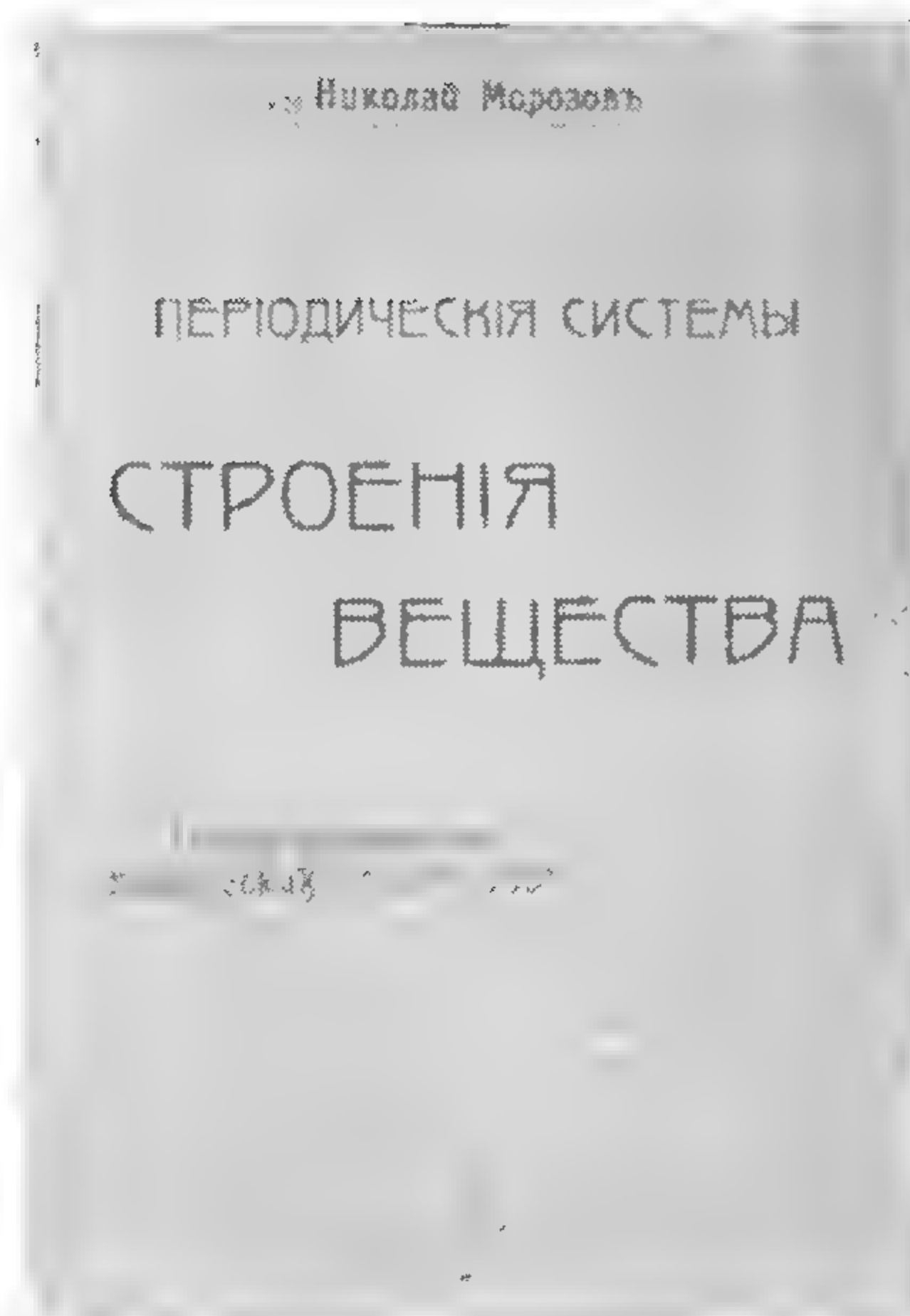


а кратные связи:



Эти представления и формулы, по видимому, не могли не заинтересовать ученых, искавших решение вопроса о природе химической связи в органических соединениях.

¹ Н. А. Морозов. Периодические системы строения вещества, Теория образования химических элементов. М., 1907, стр. 223.



Титульный лист книги Н. А. Морозова «Периодические системы строения вещества»

Интересно отметить, что сходные идеи высказывал несколько позже молодой тогда американский физико-химик Г. Н. Льюис, который в 1911—1912 гг. работал в Германии. В 1916 г. Льюис опубликовал известную статью «Атом и молекула»¹, в которой приведены формулы этилена, ацетилена с ковалентной связью, совпадающие не только по внешнему виду, но и по смыслу с формулами Морозова. Ссылки на работу Морозова в статье Льюиса нет, и поэтому нет оснований находить здесь прямую преемственность аналогичных идей. Но можно предполагать, что в результате перевода книги Морозова на немецкий язык и появления благожелательного реферата Оствальда оригинальные идеи, рожденные в голове узника Шлиссельбургской крепости, получили мировой резонанс.

УДК 54; 92 Морозов

¹ G. N. Lewis. The atom and the molecule. «Journ. Am. Chem. Soc.», v. 38, 1916, p. 762—785; см. Льюис. Атом и молекула. В сб.: «Новые идеи в химии», Л., 1924, № 10, стр. 47—80.

¹ W. Ostwald. «Z. phys. Chem.», Bd. 78, 1912. S. 640.

Размышления физика у подножия пирамид

Курт Мендельсон
Англия

Автор статьи Курт Мендельсон — член Английского Королевского общества, профессор физики в Оксфорде. В течение 40 лет занимается исследованиями в области физики низких температур. Во время своей последней поездки в Египет обследовал внутренние части пирамид, закрытые для широкой публики.

Одной из жертв ближневосточного кризиса¹ стал проект изучения строения пирамид с помощью космических лучей (будем надеяться, что он еще возродится). Идея этого проекта, принадлежащая профессору Калифорнийского университета Луису Альварецу, очень проста. Космические лучи, падающие равномерно со всех сторон, частично поглощаются в толще пирамид. Распределение их интенсивности под разными направлениями, измеряемое с помощью счетчика космических частиц, установленного в усыпальнице, т. е. в центре пирамиды, и принимающего различные угловые ориентации, должно зависеть от конструкции пирамиды. Если, например, в стенах пирамиды существуют неизвестные до сих пор пустоты (через которые космические лучи проходят не поглощаясь), то в угловой зависимости интенсивности космических лучей возникнут аномалии. Окажутся ли эти зависимости действительно столь простыми, станет ясным лишь после знакомства с особенностями конструкции пирамид, о чем и пойдет здесь речь.

Тысячелетиями эти огромные постройки поражают воображение путешественников. Некоторыми из них были выдвинуты очень странные гипотезы о целях постройки пирамид. Высказывались мнения, что пирамиды служили зернохранилищами, убежищами от наводнений, обсерваториями и даже эталонами геометри-

ческих мер, возникшими божественным путем. Но все имеющиеся данные свидетельствуют, что пирамиды были усыпальницами, в которых хранили фараонов, или, по крайней мере, их воплощения. (Считалось, что фараон может иметь несколько различных воплощений). Трудно, однако, утверждать это с полной определенностью, так как все камеры с могилами фараонов были разграблены еще в глубокой древности. Единственное исключение — открытый в 1954 г. склеп, в котором действительно был найден запечатанный саркофаг с полустершейся надписью у изголовья. Но даже эта находка не вполне доказательна — саркофаг оказался пустым¹.

*

Из всех людей, с которыми я встречался во время последнего путешествия в Египет, только мой проводник не имел ни малейшего сомнения в том, с какой целью были воздвигнуты пирамиды. Он считал, что фараоны построили их для того, чтобы привлекать в Египет туристов. Пирамиды действительно привлекают туристов уже в течение очень длительного времени. Одним из таких туристов был Геродот², который 2500 лет назад дал первое описание этих ги-

гантских сооружений. Интересно, что для Геродота пирамиды были такой же седой стариной, как его эпоха для нас. Уже одно это говорит о древности пирамид. По стопам Геродота последовали Страбон³, Плиний, Диодор, халифы, проф. Гривс из Оксфорда, Наполеон и египтологи.

В один прекрасный день я неожиданно сообразил, что шутливое замечание моего проводника не так уж далеко от истины. Я выкарабкался на воздух из пирамиды в Дахшуре, оставив позади себя длинные, темные и пыльные туннели, наполненные злобонием от летучих мышей. Внизу, как изумрудная лента в белой пустыне, тянулся Нил. На этом однообразном ландшафте так далеко, как только мог видеть глаз, возвышались башни пирамид Саккара, Абусир и совсем вдали огромные треугольники Гизы². Это было великолепное зрелище. 5 тыс. лет тому назад люди впервые

¹ Это утверждение автора не совсем точно. Археологами обнаружено уже несколько неразграбленных гробниц, из которых наиболее известна гробница фараона Тутанхамона, жившего в XIV в. до н. э. Она была открыта английским археологом Говардом Картером в 1922 г. и содержала замечательные образцы древнеегипетского искусства.

² Геродот (ок. 484—425 гг. до н. э.) — древнегреческий историк, один из первых ученых-путешественников. Побывал в нескольких странах, включая Египет. Автор ценнейшего труда («История греко-персидских войн») по истории Греции и ряда других стран.

³ Страбон (ок. 63 г. до н. э. — ок. 20 г. н. э.) — древнегреческий географ и историк, автор классической «Географии» в 17 книгах. Путешествовал по многим странам, в том числе и по Египту. Плиний — из контекста неясно, о каком Плинии идет речь — Старшем или Младшем. Диодор Сицилийский (ок. 80—29 гг. до н. э.) — древнегреческий историк, автор компилятивного труда по всеобщей истории. Халиф — титул мусульманских властителей. Автор подразумевает правителей Арабского халифата эпохи его расцвета (VII—IX вв.). В состав халифата входил и Египет с 642 г. по 868 г., когда в Египте образовалось самостоятельное государство. Наполеон — речь идет о походе Наполеона I (в то время еще генерала) в Египет (1798—1801 гг.). С собой Наполеон взял группу ученых. Об их исследованиях см.: К. Керам. Боги, гробницы, ученые. М., ИЛ, 1960.

² Гиза — местность на левом берегу Нила, напротив Каира. В Гизе расположены три самые крупные пирамиды. Пирамиду Хеопса (Хуфу) автор статьи именует «Большой пирамидой Гизы»; пирамиду Хафрена (Хафра) — «второй пирамидой Гизы»; пирамиду Микериона (Менкаура) — «третьей пирамидой Гизы».

¹ Автор имеет в виду нападение Израиля на арабские страны в 1967 г., приведшее к срыву исследований, о которых здесь идет речь (Прим. переводчика).



Сфинкс и пирамиды



в истории изменили форму горизонта, воздвигнув своими руками эти искусственные горы. Они должны были чувствовать огромную гордость от этого достижения — и это, по-видимому, наиболее естественным образом объясняет, как возникли пирамиды. Они были построены потому, что египтяне достигли такого технического уровня, при котором они были способны их создать.

Конечно, в них хоронили фараонов: погребальные церемонии были важным элементом в общественной жизни Древнего Египта. С другой стороны, в эпоху первых династий¹, длившуюся около 400 лет, фараонов хотя и погребали вполне достойным образом, но они не требовали, чтобы им строили пирамиды. Можно привести пример из современной эпохи. Эмпайр Стейт Билдинг в Нью-Йорке служит для размещения различных учреждений, для которых вполне подошло бы и не столь высокое здание. Современный человек, желая проверить свое мастерство в постройке стальных каркасных сооружений, воздвиг это 102-этажное здание, предназначенное для учреждений, а египтяне, желая проверить свою способность строить каменные сооружения, воздвигли пирамиды, служившие усыпальницами для фараонов.

Если рассматривать пирамиды как первый технический проект крупного масштаба, а не как выражение религиозных верований, то можно до не-

которой степени по-новому подойти к проблемам, возникающим при изучении пирамид. Можно, например, допустить, что при их постройке мнение инженеров из строительного научно-исследовательского института в Мемфисе имело большее значение, чем стремление жрецов из Гелиополиса выбрать такую их форму, которая бы особенно понравилась богам. Иными словами, при постройке пирамид основное значение имели технические соображения, в частности, связанные с организацией работ.

*

Первым значительным каменным сооружением была ступенчатая пирамида в Саккара, строительство которой приписывается фараону из III династии¹ Джесеру (внутри пирамиды была найдена его статуя). Это первое в истории каменное сооружение больших размеров, занимающее площадь в 150 тыс. кв футов и высотой более 200 футов². До пирамиды в Саккара не было построено ничего, хотя бы отдаленно приближающегося к ней по своим размерам. Поэтому следует считать, что она была построена без предварительного сооружения какого-либо макета. Для строительства пирамиды понадобилось вырубить, перевезти и поднять около 1 млн куб. футов известняка.

Более того, древние строители воздвигли вокруг пирамиды циклопиче-

скую стену размерами 1800 × 900 футов. Кроме пирамиды, внутри этой ограды располагалось несколько каменных зданий, лишь частично раскопанных к настоящему времени. Все эти здания носят характер каменных глыб, производящих внешне впечатление дворцовых зданий (в них имеются даже следы дверей, висевших на петлях). Конструктором и архитектором пирамиды был, по преданию, Имхотеп. Последующие поколения считали его не только строителем, но и магом (ученым?), астрономом и основателем медицины. Недавно проф. В. Б. Эмери со своей группой открыл в Саккара место с приношениями Имхотепа. Не исключено, что там будет найдена и его гробница.

Имхотепа приписывают изобретение ступенчатой конструкции пирамид, а также изобретение каменных зданий. До него камень использовался лишь в очень ограниченном масштабе для гробниц фараонов, на строительство которых в основном шли кирпичи, изготовлявшиеся из ила и обжигавшиеся на солнце. С другой стороны, мало что указывает на то, что в эпоху Имхотепа произошел какой-либо переворот в технике строительства или добывания камня. Медные орудия, закаленные ударами молота¹, а также деревянные клинья, пропитывавшиеся водой для того, чтобы вызвать их расширение и таким образом раскалывать камни, в которые их заго-

¹ Так называемое Раннее царство (I и II династии). Конец IV — начало III тысячелетий до н. э. Точно продолжительность правления I и II династий не установлена.

¹ Все пирамиды, упоминаемые в статье, были сооружены в эпоху Древнего царства, т. е. во время правления III—VIII династий (III тысячелетие до н. э.). Подробнее см.: Всемирная история, М., Госполитиздат, т. I, 1955.
² В Великобритании 1 фут = 30,479 см.

¹ Орудия из меди были мягкими и быстро тупились, особенно при обработке камня. Чтобы сделать медные орудия более твердыми, их подвергали сильной ковке.



няли, были известны задолго до него.

Что было действительно новым,— это организация и масштабы работ, потребовавших участия десятков тысяч рабочих и ремесленников. В этом отношении в эпоху Джесера открывались исключительные возможности. После нескольких беспокойных столетий, в течение которых мир нарушался войнами между Верхним и Нижним Египтом, при III династии, т. е. 2700 лет до н. э. возникло прочное объединение с сильным центральным правительством. Были созданы ирригационные сооружения, контролирующие наводнения; это дало возможность обеспечить людей достаточным количеством продовольствия: численность населения в связи с этим быстро возрасла.

Строительство пирамид, потребовавшее затраты значительной рабочей силы, представляет собой сравнительно короткую фазу в истории Египта. Пять самых больших пирамид были построены за время, лишь немногим превышающее столетие. После этого пирамиды стали меньшими по величине, а впоследствии также и менее прочными. Кроме того, камень стали использовать и для других целей, руководствуясь по-прежнему в основном техническими соображениями.

Египетские жрецы сообщили Геродоту, что большая пирамида в Гизе была построена в течение 20 лет. При этом каждый год на строительстве использовалось 100 тыс. рабочих в течение трех месяцев. Этот абзац у Геродота не совсем понятен. Можно,

однако, предполагать, что речь идет о ежегодной повинности, совпадающей по времени с наводнениями, вызываемыми Нилом. Египтологи считают приводимые цифры разумными. (Например, вблизи второй пирамиды Гизе были раскопаны бараки, которые могли вмещать около 4 тыс. рабочих).

Как уже указывалось, ступенчатая пирамида в Саккара была построена без предварительного макета. Нет также никаких сведений, указывающих на то, что она была заранее рассчитана. Некоторые указания об истории ее возникновения можно извлечь, изучая разрушенные части этого сооружения. В начальной стадии пирамида представляла собой плоскую каменную террасу с площадью около 200 кв. футов и высотой 25 футов, под которой скрывалась вертикальная шахта, опускавшаяся в скальную породу до глубины 90 футов. Эта терраса была построена из вырубленного по соседству известняка и облицована полированным известняком, привезенным с холмов, находящихся на противоположном берегу Нила. Эти два материала впоследствии использовались аналогичным образом при постройке всех больших пирамид.

На первой стадии строительства пирамида Джесера не слишком отличалась по своему характеру от гробниц фараонов прежних династий. Отличие состоит в том, что эти гробницы («мастаба»), построенные главным образом из иловых кирпичей, были длиннее, но ниже, поскольку высо-

Здесь показано в хронологической последовательности, как менялся облик пирамид. Вначале пирамиды строились ступеньками (пирамида в Саккара). Первой из пирамид, которая была построена с геометрически «правильным» углом наклона, равным примерно 50°, была пирамида в Медуме. По мнению автора, часть этой пирамиды разрушилась. Ко времени ее обрушивания пирамиды в Дахшуре, по-видимому, достигли трети предполагавшейся высоты, и строители решили завершить их воздвижение с менее опасным углом наклона. Северная пирамида в Дахшуре была полностью построена под таким уменьшенным углом наклона. Наконец, две пирамиды в Гизе были построены под большим углом наклона. Используемая при этом техника была значительно усовершенствована, что позволило сделать их структуру значительно более прочной. Указанные здесь внутренние камеры в пирамидах нарисованы в увеличенном виде



Египетские пирамиды (две из них видны на противоположном берегу Нила) были построены примерно 5 тыс. лет тому назад. Для постройки одной такой пирамиды требовалось вырубить, перевести и поднять на значительную высоту более 1 млн куб. футов известняка. На этой работе были, по-видимому, заняты десятки тысяч людей, работавших по три месяца в году

кое здание, сложенное из таких кирпичей, имеет тенденцию разрушаться под действием своего собственного веса. Возможно, что первоначальная каменная терраса внушила Имхотепу использовать ее форму в качестве основы для более высоких сооружений.

Я не могу здесь останавливаться на различных стадиях наращивания пирамиды в Саккара. Отмечу только, что в своей окончательной форме, которая хорошо сохранилась до настоящего времени, она представляет собой 6 плоских, построенных друг на друге террас, уменьшающихся по величине с высотой. Известно, что предпоследней стадией постройки была маленькая четырехъярусная ступенчатая верхушечная пирамида. Успешное решение трудных строительных проблем, возникавших при ее сооружении, побудило, по-видимому, Имхотепа увеличить ее размеры. В своем окончательном виде пирамида имела основание 410×360 футов и высоту 204 фута. Стороны этой верхушки приблизительно, хотя и не

вполне точно, следовали четырем главным направлениям.

Изобретение Имхотепом ступенчатой конструкции, очевидно, решило главную проблему, связанную с созданием искусственных каменных гор — пирамид. Эта идея использовалась при постройке следующих пирамид, а основная ярусная конструкция хорошо различима также в сильно разрушенных пирамидах, относящихся к V и VI династиям. Опрямые пирамиды IV династии построены настолько основательно, что их центральная часть до сих пор остается скрытой. Нет, однако, никаких сомнений, что их конструкция основана на том же принципе.

Действительно, у Геродота есть указания, что большая пирамида в Гизе имела ступенчатое строение. Он объясняет это тем, что каменные блоки поднимались со ступени на ступень с помощью «машин», которыми могли быть рычажные устройства. Легкий внутренний скос отдельных ступеней пирамиды Саккара, благодаря кото-

рому их угол наклона равен примерно 75° , также воспроизводится во всех последующих конструкциях. Нам не известно, были ли неудачи при разработке конструкции Имхотепа. Ясно, однако, что эта конструкция оказалась чрезвычайно удачной: об этом свидетельствует исключительная долговечность пирамид, воздвигнутых на ее основе.

Два следующих за Джесером фараона III династии правили очень непродолжительное время. Поэтому начатое ими строительство пирамид было приостановлено, а сами эти пирамиды впоследствии разрушились. Были ли они ступенчатыми, нельзя сказать с определенностью. Пирамиды же IV династии сохранились и производят неизгладимое впечатление. У этих огромных сооружений стены гладкие, а не ступенчатые. Насколько нам известно, они были построены в следующей исторической последовательности:

I. Пирамида Медума — внушительное, но сильно разрушенное сооружение, в ее верхней части видна обнаженная ступенчатая основа. Ее нижняя секция достаточно хорошо сохранилась и имеет угол наклона 52° .

II. Южная пирамида Дахшура, строительство которой было начато с тем же углом наклона. Он был, однако, неожиданно уменьшен до $43^\circ 20'$ после того, как была достигнута треть запланированной высоты пирамиды. Она стала поэтому известна как «скошенная пирамида».

III. Северная пирамида Дахшура, с углом наклона $43^\circ 36'$ — первое подобное сооружение, полностью сохранившее свою первоначальную форму.

IV. Большая пирамида Гизе, при постройке которой вернулись к углу наклона $51^\circ 52'$.

V. Вторая пирамида Гизе почти равна по величине большой пирамиде и имеет угол наклона $52^\circ 20'$.

VI. Третья пирамида Гизе гораздо меньше других. Ее объем равен только $1/10$ объема двух предшествовавших пирамид. Угол наклона со-

блюдаются основные направления (отклонения от них не превышают нескольких минут). У всех вход расположен на северной стороне и от него идет вниз туннель под углом 26° к горизонтальному направлению. Этот угол близок к географической широте места, на которой находятся пирамиды. В эпоху построения пирамид этот угол также соответствовал нижней кульминации звезды Альфа Дракона, как тогда называлась Полярная звезда. То, что угол наклона пирамиды равен 52° , имеет особое значение: в этом случае длина окружности с радиусом, равным высоте пирамиды, совпадает с длиной периметра ее основания, т. е. отношение этой длины к высоте равно 2π ¹. Это соотношение очень хорошо выполняется для Большой пирамиды. Поскольку она была построена особенно тщательно, это совпадение вряд ли носит случайный характер. Угол наклона $43^\circ 30'$, который был использован при постройке пирамид Дахшура, также имеет некоторый смысл, так как в этом случае отношение длины периметра основания к высоте равно 3.

Башенная структура пирамиды Медума обусловлена тем фактом, что она была начата как пирамида с семью ступенями, которые впоследствии были расширены дополнительной каменной кладкой. Кроме того, была добавлена, по-видимому, еще одна

¹ Вопрос о том, выбирались ли пропорции пирамид, исходя из требования, чтобы отношение длины периметра основания к высоте равнялось бы 2π , нельзя считать в настоящее время решенным. Приведенный угол наклона, близкий к 52° , также получается на основании естественного условия, чтобы площадь квадрата, одна из сторон которого совпадает с высотой пирамиды, равнялась площади боковой грани пирамиды, в этом случае угол наклона получается равным $51^\circ 50'$. С другой стороны, несомненно, что египтяне знали о существовании числа π , которое они аппроксимировали отношением $256/81$ равным $3,160$. В этом отношении большой интерес представляет недавно опубликованная работа (см. «Australian Journal Science», т. 30, 1967, стр. 113), в которой дается новая расшифровка знаменитого Московского математического папируса. Автором этой работы было показано, что египтяне умели находить не только площадь круга, что было известно и раньше, но также умели вычислять поверхность сферы. В обоих случаях они пользовались приведенным выше приближенным значением числа $\pi \approx 256/81$. Поскольку Московский папирус, относящийся к 1850 г. до н. э., является копией значительно более древнего папируса, то не исключено, что число π в указанном смысле было известно уже в эпоху Имхотепа. Стремился ли Имхотеп запечатлеть число π в пропорциях пирамид, трудно утверждать с достоверностью (Прим. переводчика).

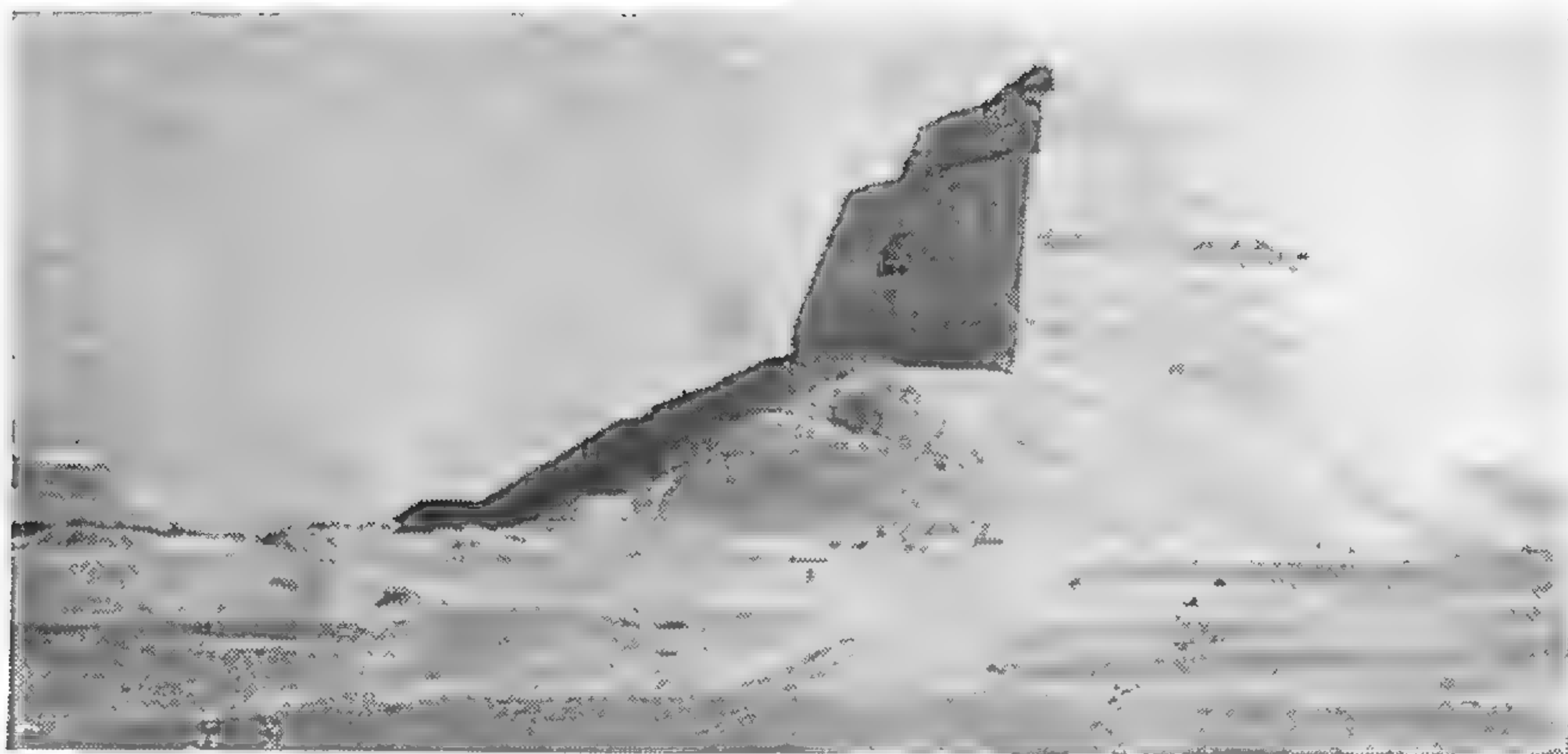
ступень. К настоящему времени сохранились 5-я, 6-я и часть 7-ой ступени. От более низких ступеней (см. рис.) ничего не осталось. Однако гладкая нижняя часть пирамиды имеет следы, указывающие на то, что около нее также были ступени. Эти ступени были заполнены каменными блоками, а получившаяся поверхность была облицована полированным известняком. Так возникла первая пирамида с гладкими стенами.

Египтологи считают, что пирамида Медума претерпела сильные разрушения в последующие столетия, когда она использовалась для добычи камня. Что касается «скошенной пирамиды», то они считают ее своеобразную форму результатом поспешного завершения строительства, в чем могла возникнуть необходимость из-за неожиданной смерти фараона. На это можно возразить, что добывать камень из пирамиды Медума было очень нерентабельно, так как она находится дальше от больших городов, чем любая другая большая пирамида. Что же касается теории, согласно которой «скошенная пирамида» возникла в результате спешки, приведшей к уменьшению наклона ее верхней части, то она не объясняет, почему следующая за ней пирамида Дахшура была построена под тем же уменьшенным углом наклона. Если учесть, какие инженерные проблемы возникали при переходе от ступенчатой конструкции Имхотепа к настоящей пирамиде с гладкими стенами, то само собой напрашивается другое объяснение. Прежде всего, все три перечисленные выше пирамиды IV династии были выстроены, по-видимому, одним фараоном, Снофру (в отношении двух из них это можно утверждать с определенностью). Отсюда следует, что они могли строиться примерно в одно и то же время. Далее, огромные груды обломков, окружающие пирамиду Медума, производят впечатление катастрофы, а не последствий строительных работ.

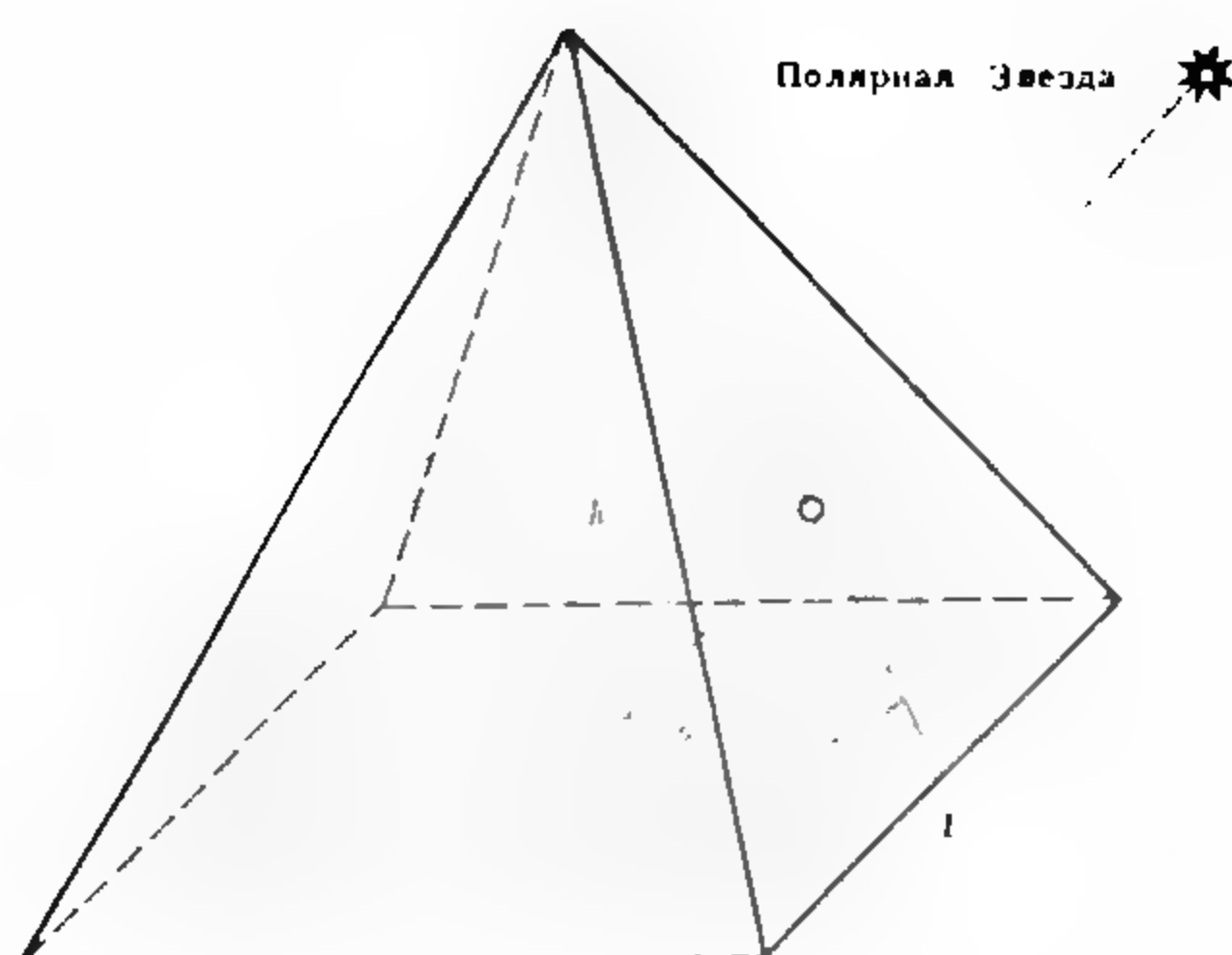
Конструкция Имхотепа такова, что центральная часть в ней очень прочна, но каменная кладка, благодаря которой возникают гладкие стены,

ставляет 51° .

Во всех этих пирамидах весьма точ-



Пирамида в Медуме окружена обломочной осыпью, которая, по-видимому, возникла в результате ее разрушения. Это — первая из пирамид, при построении которой использовалась ступенчатая конструкция. Тем не менее эта пирамида оказалась неустойчивой, угол ее наклона был равен 52°



Геометрия пирамид: l — длина стороны пирамиды, h — высота пирамиды, α — угол наклона стороны пирамиды, α_1 — для пирамиды Хеопса, α_2 — для пирамиды Хефрена, β — угол, под которым выводился ход из гробницы

$$\alpha_1 = 52^\circ \rightarrow \frac{4l}{h} \cong 2\pi;$$

$$\alpha_2 = 43^\circ 30' \rightarrow \frac{4l}{h} \cong 3\pi$$

довольно свободно лежит на ступенях центральной основы. Возможно, что при постройке пирамиды Медума, для достижения желательного угла наклона 52° , пришлось добавить дополнительный слой внешней кладки толщиной 20 футов, который совершенно не поддерживался ступенями основной части конструкции. Прочность этого внешнего слоя при наращивании пирамиды, т. е. при увеличении массы внешней кладки, должна была становиться все меньше.

Сделать такую конструкцию устойчивой можно было только при условии, если бы каменные блоки кладки имели идеальную кубическую форму, чего на самом деле не было. Так как угол подъема 52° весьма велик, то можно прийти к выводу, что при достаточно большой массе внешнего слоя в нем могли возникнуть пластические сдвиги. Это предельная масса зависит от ряда факторов: от формы и размера каменных блоков, а также от их плотности и от метода укладки, о которых мы знаем довольно мало. Возникновение пластических сдвигов должно было привести к овалу, похожему на оползни в шахтах.

Именно такая катастрофа и произошла, по моему мнению, на заключительной стадии постройки пирамиды Медума. Она привела к обрушиванию каменной кладки в верхней части пирамиды и, таким образом, к возникновению плоских холмов, окружающих в настоящее время ее основание. При этом были разрушены также нижние ступени. О том, что произошло дальше, можно только догадываться. Верхнюю часть развалив-

шейся конструкции могли очистить от обломков; скорее всего, однако, пирамиду сразу же забросили. Во всяком случае, погребальные изречения не были вырезаны, а посетителям пирамиды уже в эпоху VI династии не возбранялось выцарапывать свои надписи в усыпальнице. Это указывает на то, что пирамида Медума не была закончена.

Если принять версию об описанной катастрофе, то можно легко объяснить бросающиеся в глаза характеристики двух последующих пирамид, а также конструктивные особенности пирамид в Гизе. Предположим, что «скошенная пирамида» в своей первоначальной форме достигла трети запланированной высоты к тому моменту, когда произошла катастрофа в Медуме. Это должно было привести к идее закончить ее под меньшим и потому менее опасным углом наклона. Таким образом можно объяснить и тот факт, всегда поражающий археологов, что каменная кладка в пирамиде Медума строго горизонтальна, а при постройке «скошенной пирамиды» каменным блокам придавали внутренний уклон. И, наконец, следующая за ними северная пирамида Дахшур была полностью построена под меньшим углом наклона ($43^\circ 26'$), надежность которого была установлена при сооружении верхней части «скошенной пирамиды».

При постройке Большой пирамиды Гиза снова вернулись к углу подъема 52° , производящему более внушительное впечатление. У нас нет никаких сведений о строении ее центральной части. Однако при наружном осмотре бросаются в глаза технические усовершенствования, имевшие целью предотвратить обрушивание. Каменные блоки здесь расположены слегка вогнутыми слоями, одинаково направленными у ребер пирамиды. Кроме того, эти блоки больше по величине и лучше вырублены, чем блоки в Дахшуре. Оба эти усовершенствования успешно использовались уже ранее, при постройке нижней части «скошенной пирамиды», но в меньшем масштабе. Известно, что пирамиды Гиза использовались как каменоломни при сооружении мечетей

Каира. То, что они несмотря на это не разрушились, показывает, как успешно древние инженеры справились со стоящими перед ними техническими проблемами.

✱

Полковник Говард Визе, искавший скрытые в пирамидах камеры и использовавший для этого в 1837 г. порох, с помощью которого он устроил большие пустоты внутри пирамид Гизе, выразил свое разочарование, обнаружив, что эти огромные сооружения содержат внутри так мало незаполненного пространства. (Он также пробурил канал в плече сфинкса для того, чтобы выяснить, полый ли он). И действительно, все известные полости внутри пирамид чрезвычайно малы по сравнению с их размерами и это не должно вызывать удивления. Имхотеп и его коллеги стремились воздвигнуть величественные каменные горы, но у них не было намерения создавать внутри них пустоты.

Насколько нам известно, в ступенчатой пирамиде Саккара нет никаких камер или ходов: она представляет собой огромную каменную массу, воздвигнутую над усыпальницей и идущей вглубь от нее шахтой. Эта картина повторяется во всех позднейших конструкциях: все они содержат в центре маленькие усыпальницы, помещенные в скальной породе или у основания пирамиды. Ходы, идущие к ним, сечение которых обычно равно 3,5 кв. фута, слишком узки, чтобы идти по ним во весь рост, и по ним нельзя пронести ничего большего по размерам, чем мертвое тело. Каменные саркофаги, находимые в камерах, часто имеют большие размеры, т. е. их нельзя было пронести через эти ходы. По-видимому, их внесли в усыпальницы на ранних стадиях постройки пирамид.

Очевидно, что устройство камер внутри пирамиды было связано с многочисленными трудностями. Огромная масса, лежащая над ними, стремится разрушить усыпальницы. В первых пирамидах эта проблема решалась путем устройства около камер высоких заостренных сверху конических полостей. В пирамидах же, сооруженных позже, над усыпальницами

устраивали двускатные крыши из цельных гранитных плит, а также оставляли над ними уменьшавшие вес пустоты. Странно, что египтяне, использовавшие настоящую («римскую») арку при постройке своих маленьких домишек из иловых кирпичей, не знали о ее поддерживающих свойствах.

Все это приводит к выводу, что вряд ли удастся обнаружить в пирамидах большие, неизвестные до сих пор камеры. Их поиски могли бы показаться совсем безнадежными, если бы не любопытная особенность внутренней конструкции Большой пирамиды. В ней есть ход, который ведет к незаконченной камере, находящейся точно под центром пирамиды. Согласно Геродоту, в его время по этому ходу можно было пройти (во всяком случае, в ту эпоху он был известен). Однако в IX в. н. э., когда по приказу халифа Мамуна¹ стали делать туннель в основании пирамиды, этот ход оказался закупоренным. Когда арабы углубились в туннель на 200 футов, то они услышали слева грохот и, начав продвигаться в его направлении, обнаружили ход, идущий вниз. Они также поняли причину грохота: с потолка этого хода выпал каменный блок, который скрывал другой ход, поднимающийся в глубь пирамиды. Этот ход был забит рядом гранитных глыб, и когда арабы пробрались через них, то они нашли еще две камеры, а также высокую галерею, в которой были сложены гранитные глыбы. Нам не известно, что они обнаружили в этих камерах; в настоящее время в них находится только незаконченный саркофаг из черного гранита, без крышки.

Если бы не грубое вторжение Мамуна, то ход, идущий вверх, остался бы неизвестным. Благодаря этому открытию возникает предположение, что в других пирамидах, в которые вторгались не столь грубо, могут находиться аналогичные камеры, расположенные в центре верхней части пирамиды. К сожалению, нельзя найти двух пирамид, одинаковых по расположению ходов и камер.

К тому же есть аргументы, которые здесь затруднительно изложить детально, против существования подобных верхних камер в других пирамидах. Однако эти аргументы не вполне убедительны, и исследования с помощью космических лучей могут привести к решению этой проблемы.

Такие исследования предполагается начать со второй пирамиды Гизе. Так как неизвестные камеры не могут быть большими, то нельзя ожидать значительных эффектов в угловых распределениях интенсивности космических лучей. Эти эффекты, однако, можно будет заметить с помощью обычных счетчиков космических лучей, но при условии, что материал пирамиды одинаков по всем направлениям. Это, несомненно, верно в отношении плотности блоков, из которых сложены пирамиды. Иначе обстоит дело в отношении распределения блоков. О характере центральной основы пирамид ничего не известно. Если она состоит из грубо обработанных и не совсем правильно уложенных блоков, то относительно счетчика космических лучей она будет проявлять себя как достаточно однородная структура. Нам известно, однако, что каменная кладка, видная снаружи, делалась для того, чтобы избежать оползней из хорошо обработанных блоков, уложенных в строгом порядке. Если такова структура и всей пирамиды, то промежутки между блоками могут сказаться на поглощении космических лучей. Существование этих промежутков может привести к относительному увеличению интенсивности лучей, регистрируемых в главных горизонтальных и в вертикальном направлениях. Эти эффекты должны иметь величину 10—20% и они могут перекрыть эффекты, связанные с существованием небольших камер. Эти нежелательные эффекты, тем не менее, сами по себе представляют интерес (частое явление в физике!). И даже если исследования с помощью космических лучей не приведут к открытию неизвестных ныне погребальных камер, заполненных сказочными сокровищами, то эти работы, во всяком случае, дадут новые ценные сведения о строении пирамид.

¹ Халиф Мамун правил в 813—833 гг.

*

В статье, посвященной науке и пирамидам, можно на законном основании уделить некоторое внимание псевдонаучным изысканиям. Издатель Джон Тейлор, вдохновленный открытием того факта, что в пирамидах отношение длины периметра основания к высоте равно 2π и тем, что ходы в них направлены к Полярной звезде, выдвинул в 1859 г. теорию, согласно которой Большая пирамида была построена не египтянами, а избранным народом под непосредственным руководством бога. Вся эта ерунда была бы сразу забыта, если бы не королевский астроном Шотландии Пиацци Смис, который поддержал эту теорию и отдал остаток жизни и свое состояние ее развитию. После него это движение все усиливалось, извлекая из мистических чисел, якобы вытекающих из формы пирамид, непрерывный поток предсказаний. Эти предсказания носили ошеломляющий характер, что, впрочем, лишь усиливало их очарование. Хотя одно из предсказаний — о том, что в начале этого века будет конец мира — оказалось ошибочным, пыл сторонников мистического направления не уменьшился.

Однако только из оригинальных произведений Пиацци Смиса можно было понять, что было главным объектом его нападок (и эта тема снова стала актуальной в наши дни!). Речь идет о десятичной метрической системе, введение которой ныне находится под угрозой. Пиацци Смис боролся против нее изо всех сил и с большой изобретательностью.

Он даже отправился в Египет, чтобы произвести детальные измерения Большой пирамиды. Чтение его книги¹ о ней производит незабываемое впечатление. Там есть глава, направленная против «коммунистического французского метра». Он находит в ней также место, чтобы выразить свое крайнее неодобрение танцам, курению, идолопоклонству и египтологам. Его цели благородны, а логика — убийственна. При строительстве

пирамид использовался в качестве линейного размера дюйм, почти совпадающий с британским. В пропорциях пирамиды содержатся такие пророчества, из которых вытекает, что они внушены самим богом. Поэтому дюйм — данный богом размер и в качестве такового он значительно лучше сантиметра, который был введен в результате «самой дикой, кровавой и атеистической из всех революций, охватившей целую нацию».

Эта история имеет забавный конец. Один из друзей и последователей Пиацци Смиса, железнодорожный инженер, решил отправиться в Египет и произвести там новые измерения с целью подтвердить идеи своего учителя. Он очень долго готовился к путешествию и постепенно убедил своего сына отправиться вместе с ним. В конце концов сын отправился один и произвел там самые лучшие из когда-либо сделанных триангуляционных измерений пирамид, которые полностью опровергли результаты, полученные Пиацци Смисом. Имя этого сына — Мэтью Флиндерс-Питри¹, которому было суждено стать величайшим египтологом своего времени.

¹ Уильям Мэтью Флиндерс-Питри (1853—1942) — английский археолог, один из крупнейших специалистов по истории Древнего Египта. В течение многих лет (1881—1926) проводил в Египте раскопки, тщательно изучал и измерял пирамиды.

УДК 720; 53

«Science», № 2, 1968.
Сокращенный перевод с английского В. И. Быковой.
Комментарии И. Б. Шишкина.

Книжные новинки

ФИЗИКА, АСТРОНОМИЯ

Бербидж Д. и Бербидж М. Квазары. Пер. с англ. Под ред. Н. С. Кадрашева. М., «Мир», 1969, 239 стр., ц. 1 р. 56 к.

Кудрявцев П. С. Фарадей. М., «Просвещение», 1969, 167 стр., ц. 29 к.

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ

Кент Р. Гренландский дневник. Пер. с англ. Ред. и послесл. Н. Я. Болотникова. Рис. авт. М., «Мысль», 1969 (Путешествия. Приключения. Фантастика). Ц. 94 к.

Куиличи Ф. Тысяча огней. Пер. с итал. Послесл. Л. Е. Куббеля. М., «Мысль», 1969, 343 стр. (Путешествия. Приключения. Фантастика). Ц. 1 р. 31 к.

Львович М. И. Водные ресурсы будущего. М., «Просвещение», 1969, 174 стр. (Новое в науке). Ц. 22 к.

БИОЛОГИЯ

Альтшулер В. Е. и Поляков А. Н. Основы генетики. М., «Колос», 1969, 216 стр., ц. 55 к.

Белоусова Л. С., Борисов В. А., Винокуров А. А. Заповедники и национальные парки мира. Крат. справочник. Под ред. Л. К. Шапошникова. М., «Наука», 1969, 240 стр., ц. 66 к.

Жизнь животных. В 6-ти т. Т. 3. Беспозвоночные. Под ред. Л. А. Зенкевича. М., «Просвещение», 1969, 575 стр., ц. 3 р. 60 к.

Тинберген Н. Поведение животных. Пер. с англ. Под ред. и с предисл. К. Фабри. М., «Мир», 1969, 192 стр., ц. 75 к.

¹ Пиацци Смис два года занимался измерением пирамиды Хеопса. Свои псевдонаучные идеи о якобы глубоко научном смысле размеров и расположения пирамид Пиацци Смис развивал в книге, опубликованной в 1867 г. (Piazzi Smyth. Life and Work at the Great Pyramid, 1867).

Озеро, которого не стало...

Профессор Д. П. Резвой
г. Львов

Инженер-геолог П. Д. Резвой
г. Ош

Оз. Яшилкуль существовало до 21 июня 1966 г. и занимало часть долины р. Тегермач (правого притока Исфайрама) — крупной реки, сбегавшей с Алайского хребта в Ферганскую долину¹.

Нам довелось побывать на этом озере в разные моменты его истории. Мы оба успели увидеть озеро еще тогда, когда его чаша до краев была наполнена зеленоватой прозрачной и спокойной водой; мы оба побывали на нем после катастрофы, когда обнажилось дно озера с затопленным мертвым лесом; но только одному из нас случилось быть неподалеку в момент его катастрофической гибели.

Впервые попав в эти места, мы поднимались выючной тропой по плодородной и заселенной долине р. Тегермач. В 18 км от ее устья вышли к подножию каменного завала, преграждающего долину. Несколько мощных подземных потоков вырывались из тела завала — так начиналась р. Тегермач. Здесь тропа петляла и круто поднималась вверх. После преодоления двухсотметровой высоты вышли на холмистую поверхность завальной плотины, поросшей арчей². Уровень озера лежал всего на несколько метров ниже гребня плотины. Сток осуществлялся путем фильтрации сквозь тело завала, чем и объяснялась исключительная чистота и прозрачность воды в Тегермаче.

С завала открывалось окруженное

крутыми лесистыми склонами редкостное по красоте голубовато-зеленое озеро. К нему спускались долины, по которым когда-то текли ледники; теперь от них сохранились древние и совершенно задернованные морены. Вдали, как впрочем и сейчас, блестели ледники, а над ними высились снеговые зубчатые вершины Кичик-Алая. Так выглядело оз. Яшилкуль в 1950 г. и вплоть до лета 1966 г.

Совсем другую картину можно наблюдать теперь. С плотины открывается вид на безжизненную котловину, в которой кое-где стоят голые, мертвые деревья, а днище покрыто белесым песчано-глинистым чехлом высохшего озерного наноса. Ветер развеивает озерные отложения и поднимает над опустевшей чашей столбы пыли. Немного мутной воды в углублениях дна — вот все, что осталось от бывшего великолепия озера. Каменный завал-плотина, казавшийся несокрушимо прочным, промыт сейчас почти на всю свою высоту, а по дну образовавшегося русла бежит поток, который отводит скапливающуюся воду. Склоны промоины непрерывно оползают и обрушиваются, отчего вода в потоке становится коричневатой-мутной. Плодородная зеленая долина ниже завала превращена в сплошное нагромождение каменных обломков, песка и засохшей глины. Местами среди застывшего грязе-каменного потока торчат вершины занесенных деревьев, а на берегу кое-где сохранились дома, иногда наполовину срезанные размытым берегом.

Что же произошло с оз. Яшилкуль? Да то, что постоянно случается с

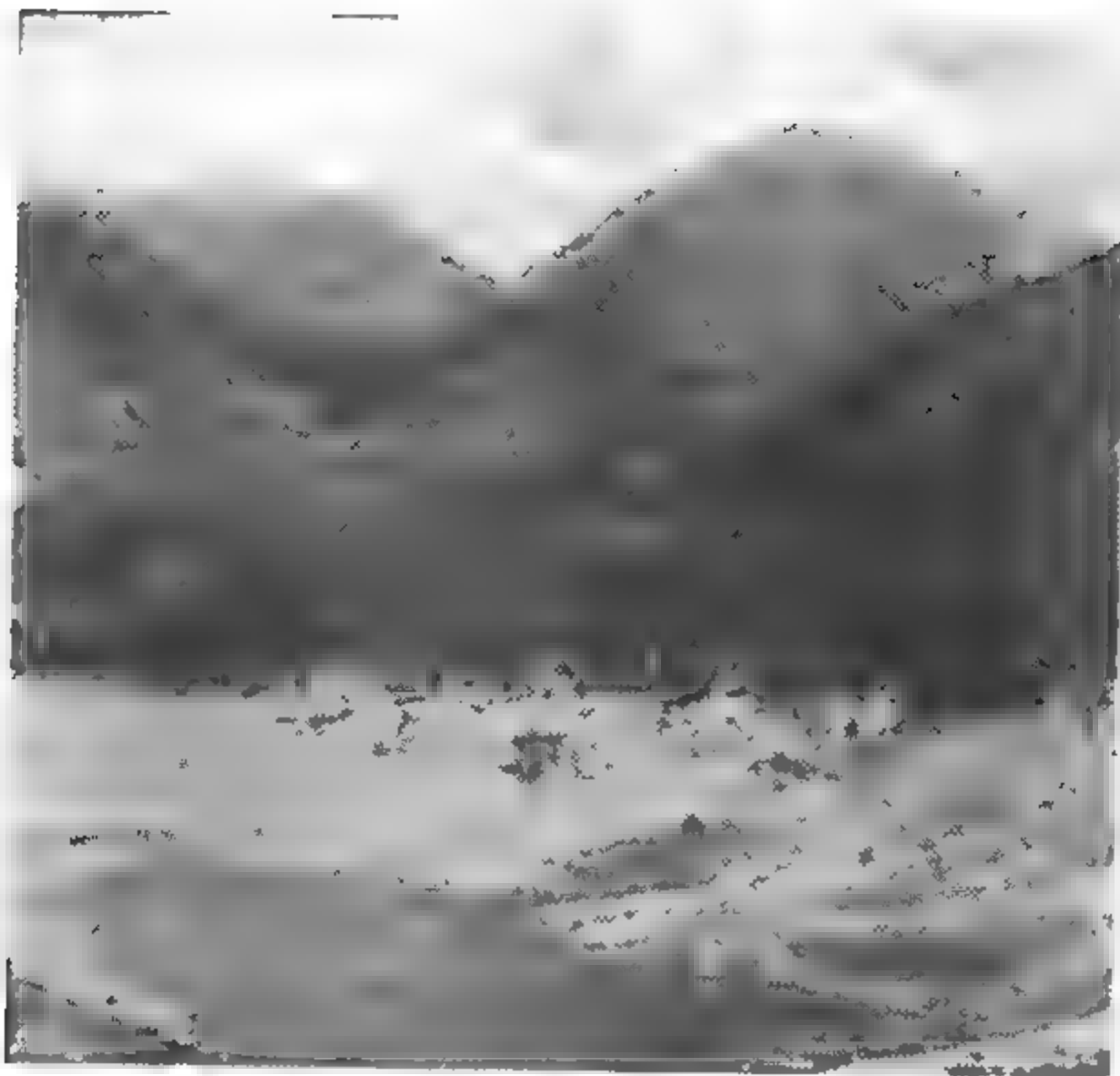
горными озерами плотинно-обвального типа. Плотина озера оказалась размытой, и вода бурной волной прокатилась до долин Тегермача и Исфайрама, смела на своем пути мосты, дороги, селения и поля, не обошлось и без человеческих жертв... Вот как это было.

Геологический маршрут проходил по правому борту Тегермача, неподалеку от устья его правого притока Нурай, километрах в 13 ниже озера. Работа близилась к концу, когда около 6 час. вечера со стороны Тегермача донесся нарастающий грохот, словно от мощного водопада. Над долиной поднялась сплошная завеса пыли — это в русло сползали осыпи и наносы склонов, подмытые у основания потоком.

Мысль о прорыве озера появилась сама собой. Естественным желанием было увидеть, что же делается в самом русле Тегермача. Довольно быстро удалось подняться высоко над дном долины. С площадки открылось жуткое зрелище первозданного хаоса: вся долина, занятая раньше посевами и садами, представляла собой шоколадно-коричневый бурлящий поток, в него сползали со склонов мощные осыпи. В считанные минуты была разрушена и унесена потоком древняя терраса, по которой проходила веками существовавшая тропа. Поток тащил с собой вырванные с корнем деревья, среди бурунов мелькали бревна от разрушенных мостов и кибиток, глыбы камня. Наиболее грозные сцены разыгрались в скалистом сужении долины. Здесь возникали заторы, создавались временные подпруды из камней и деревьев, уровень воды

¹ «Яшилкуль» в переводе с кирг. — «зеленое озеро»; на многих картах оно неправильно названо «Яшинкуль».

² Арча — древовидный можжевельник (род *Juniperus*, семейство кипарисовых).



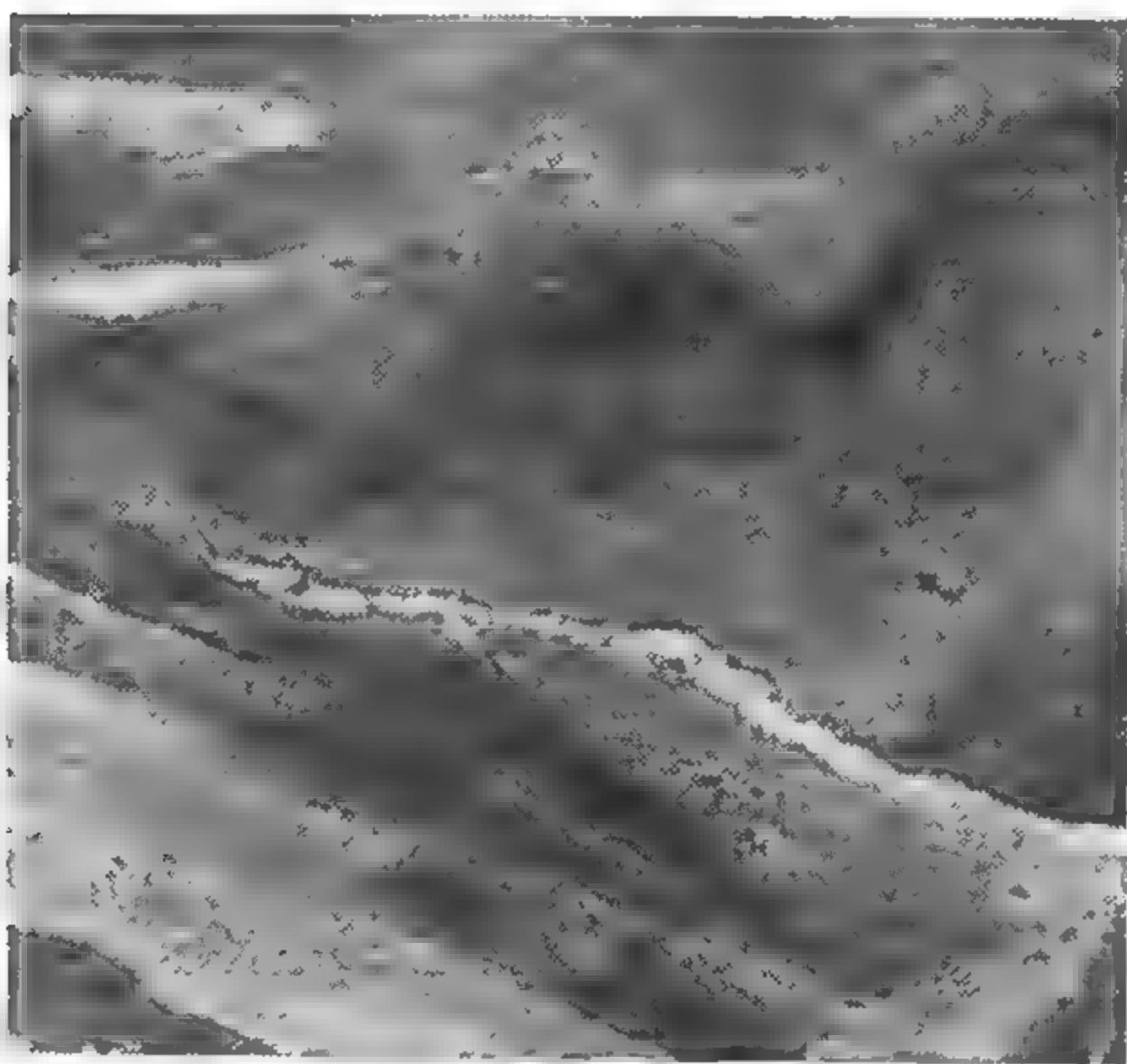
Сверху вниз.

Озеро Яшилжуль, вид с завала на юго-восток. Вдали — хребет Кичик-Алай

Промытый завал-плотина озера Яшилжуль; хорошо видно продолжающееся оползание подмытых склонов

Вид с завала вниз по долине реки Тегермач; плодородные поля и сады погребены под мощным грязевым потоком

Эти арчи простояли несколько сот лет под водами озера Яшилжуль



поднимался временами до 60—80 м, а затем преграда снова рушилась и поток с грохотом устремлялся вниз. Часам к 8 вечера все постепенно утихло.

Когда на следующее утро мы спустились к устью Нурая, в долине Тегермача стояла тишина, было влажно и душно, пахло болотом, сохла глина. Там, где стояли кибитки, дно долины поднялось за счет наносов на пять-шесть метров и только одно дерево выступало верхушкой своей кроны из застывающей грязи и напоминало невысокий кустарник. Жителей-киргизов не было видно: как потом выяснилось, услышав грохот потока, они в ужасе бросились в горы и остались невредимы.

С трудом удалось пробраться к устью Тегермача, в долину Исфайрама. Здесь картина разрушения была особенно грандиозной. Грязевой поток всей массой ударил в противоположный борт скалистого ущелья Исфайрама и мгновенно образовал запруду, выше которой возникло озеро. Но вода почти немедленно прорвалась и, увеличив силу и объем потока, устремилась вниз по ущелью в Ферганскую долину. О живой силе воды можно было судить по известняковой глыбе размером 15×20 м, которая раньше загораживала тропу с нижней части долины Тегермача, а теперь переместилась в долину Исфайрама на расстояние свыше 2 км.

Наибольшее бедствие грязевой поток причинил там, где Исфайрах выходит из теснин Алайского хребта на

просторы Ферганской долины. Вырвавшись около Уч-Кургана из ущелья, водно-грязевая масса образовала веер обширного конуса выноса. Все, что попало в этот веер, в той или иной степени пострадало: поля оказались занесенными грязью, дома частично смыты, дороги и мосты разрушенными. Обо всем этом писали в свое время республиканские и центральные газеты¹.

Освобожденная от воды чаша оз. Яшилжуль стала полем для ряда небезынтересных наблюдений. Прежде всего, внимание привлек арчовый лес, который обнажился на обсохшем озерном дне. Голые, лишенные хвои и коры деревья поражали свежестью древесины, которая сохранила свой розовато-белый цвет и мало чем отличалась от древесины современных живых деревьев. В верхней (восточной) части озера на одном из стволов была обнаружена характерная, вырубленная топором выемка, какие и по сей день делают местные жители с целью использовать для поделок подходящий кусок арчового ствола. Трудно было предположить, что деревья простояли под водой по крайней мере несколько сотен лет.

Между деревьями, там, где не сохранились озерные наносы, можно было видеть древний слой дерна, превращенный в обугленный прослой. В нем различались отдельные листья и стебли растений, кое-где сохранились корневые системы и части стеблей кустарников, тоже обугленные. Почему слой оказался обугленным, ответить трудно. Может быть, это результат древнего пожара, а может быть — естественный процесс углефикации.

Что касается обнажившихся донных отложений, то в разных частях озерной чаши они разные. Склоны озера, примыкающие к плотине-завалу, покрыты маломощным (10—15 см) слоем светло-серого песчано-глинистого тонкого материала, содержащего много слюды (очевидно, за

¹ «Известия» от 22 июня 1966 г. — «Паводок атакует долину» и от 26 июня 1966 г. — «Борьба в долине».



счет разрушения гранодиоритов Кичик-Алайского батолита). После высыхания эти маломощные наносы дали отчетливые многоугольники типа такыров. На дне озерной чаши характер отложений не меняется, но они более мощные, и в них погребены на высоту 50—70 см мертвые деревья. В восточной части озера, там, где в него впадали реки Тегермач и Джамасу, можно видеть небольшие дельты, сложенные щебенкой и грубым глинистым песком.

Осмотр промытого завала-плотины позволил выяснить его внутреннее строение, а арча, растущая на гребне плотины, дала возможность получить некоторые сведения о времени образования завала. В промоине хорошо видно, что плотина сложена мелкими обломками тонкозернистых песчаников и филлитовых сланцев, рыхло связанных пылеватым материалом. На правом борту долины, на высоте 300—400 м над ее днищем, хорошо видна ниша отрыва, в которой обнажены пологозалегающие силурийские сланцы и песчаники, разбитые трещинами двух пересекающихся направлений — северо-западного и северо-восточного. Эти трещины, видимо, и образовали ту ослабленную зону, которая дала материал для обрушения. Непосредственной причиной обвала, скорее всего, был сейсмический толчок — они часты в Алайском хребте.

Все наблюдения, сделанные как в чаше озера, так и на завале, свидетельствуют о крайней молодости оз. Яшилкуль: затопленный лес не успел ни повалиться, ни сгнить, а на склонах и на дне озера накопились ничтожные по мощности наносы. Береговая линия бывшего озера совершенно лишена каких бы то ни было признаков волноприбойной деятельности, очевидно, для этого было мало времени. Пожалуй, наиболее точно время возникновения завала, а следовательно, и озера, можно определить по возрасту арчовых деревьев, растущих на самом завале. Здесь были спилены два наиболее толстых дерева, возраст которых, судя по годичным кольцам, не превышал 115 лет. Таким образом, если

прибавить время, необходимое для почвообразования, то следует допустить, что обрушение правого берега могло произойти около 200—250 лет тому назад. Казалось бы, такое «недавнее» в геологическом смысле событие должно было оставить след в памяти местных жителей. Однако проведенный опрос результатов не дал: никто не слышал об обвале в долине Тегермача.

Можно предположить: поскольку жизнь оз. Яшилкуль была крайне недолгой и в нем самом не накопилось сколь-нибудь мощных отложений, а по берегам не возникло каких-либо специфических прибрежных форм рельефа, факт его существования останется незаметным для наблюдателя будущего — затопленный лес исчезнет, наносы будут смыты, промоина зарастет. Короче говоря, долина Тегермача примет почти тот же вид, какой она имела до возникновения завала. Возникает мысль, что не все завалы приводят к сколь-нибудь сильному преобразованию горного рельефа, многие оказываются быстро разрушенными, как это и произошло в данном случае. Более внимательный осмотр долины Тегермача показал, однако, что оз. Яшилкуль не было единственным в этой долине: ниже существовало по крайней мере еще два древних озера, от которых сохранились остатки плотин и озерные отложения, прислоненные к коренным склонам долины в виде террас мощностью свыше 50 м. Последнее обстоятельство указывает на то, что эти водоемы существовали гораздо дольше, чем оз. Яшилкуль.

Другое бывшее озеро в бассейне Тегермача — это урочище Коккуль, лежащее в верховьях одного из правых истоков реки. Здесь, выше завала, сложенного крупными глыбами силурийских песчаников, лежит совершенно ровная площадка длиной около 1 км. Это поверхность озерных отложений (мощностью до 150 м), целиком заполнивших бывшую озерную чашу и тем самым ликвидировавших озеро. Нетронутое тело плотины показывает, что тут, очевидно, обошлось без катастрофи-

ческого прорыва: вода нашла себе подземный путь через тело завала. Таким образом, на сравнительно небольшой площади в пределах бассейна р. Тегермач мы видим остатки нескольких озер сходного обвальноплотинного происхождения, но разной судьбы. Одни из них жили достаточно долго, были полностью занесены речными наносами; существование других было эфемерным, как, например, у Яшилкуля. Очевидно, недолговечность — характерная черта подобных водоемов.

Кстати, хотя само оз. Яшилкуль и перестало существовать, рядом с ним сохранилось небольшое и очень красивое озерко, обязанное своим происхождением тому же завалу, перекрывавшему правый приток Тегермача в его устье. Этому озеру не грозит катастрофический прорыв: между ним и опустевшей чашей Яшилкуля есть небольшой коренной порог, через который спокойно переливается вода, когда ее накапливается слишком много.

Катастрофа в бассейне р. Исфайрам заставляет обратить внимание на все обвальноплотинные озера Средней Азии. Их прорыв несет неисчислимы бедствия нижележащим долинам, поэтому всегда следует быть наготове. Особенно важно уметь распознавать те места, где могут возникнуть новые озера подобного типа. Чаше всего обвальнопотинные участки определяются тектоническими особенностями коренных отложений, слагающих борта долин.

Так соединяются в единую и неразрывную цепь разнородные на первый взгляд звенья геологической истории: образование структурных форм в далеком палеозойском прошлом, неотектонические движения, глубинная сейсмическая разрядка при землетрясениях и формирование современного горного рельефа. Возникновение плотинно-обвальных озер — только маленькая деталь в этом грандиозном процессе, но и она должна быть обращена на пользу человека и уж во всяком случае не должна приносить ему вреда.

Предисловие к книге *

В. Я. Френкеля

«Пауль Эренфест»

Академик И. Е. Тамм

Имя Пауля Эренфеста было очень популярно среди физиков первой трети нашего века, характеризовавшейся зарождением и становлением новых физических теорий. Роль Эренфеста в этом процессе весьма значительна и своеобразна. Во-первых, он внес очень большой вклад в новую физику своими собственными научными работами, а, во-вторых, благодаря необычайно развитому критическому чувству и дару, оказывал существенное влияние на творчество других физиков — своих современников. С годами получилось так, что именно об этой стороне его творчества вспоминают чаще всего, а о самом Павле Сигизмундовиче Эренфесте — незаслуженно редко. Точнее говоря, имя Эренфеста как-то мимоходом фигурирует почти в любой биографической книге или статье о его великих современниках, но о нем самом не написано почти ничего. Работа В. Я. Френкеля устраняет эту несправедливость. Добавлю: тот факт, что первая книга об Эренфесте выходит у нас в СССР, особенно приятен: он пять лет прожил в России (1907—1912 гг.), неоднократно и подолгу бывал в нашей стране впоследствии. Развитие советской теоретической физики тесно связано с его именем.

О жизни ученого нельзя рассказать, не рассказав о его работах. Научная деятельность Эренфеста была посвящена принципиальным проблемам физики. Поэтому в книге о нем автор столкнулся с большими трудностями: надо было популярно и интересно рассказать о сложных вопросах квантовой теории и статистической механики (в первую очередь связанных с работами Больцмана). Можно утверждать, что В. Я. Френкелю с успехом удалось справиться с этой задачей. Простое, но достаточно полное изложение научных результатов Эренфеста поможет молодым физикам оценить его вклад в развитие важнейших областей физической теории — вклад как научный, так и методический.

Впрочем, круг читателей книги об Эренфесте не ограничится, я уверен, одними физиками: она будет интересна и неспециалистам. Это в особенности относится к той ее части, где речь идет о человеческом облике Эренфеста, его замечательных учителях (Больцмане,



Пауль Эренфест (1880—1933)

Лоренце, Клейне), великих друзьях (Эйнштейне, Боре), о научной атмосфере, царившей в физике первых трех десятилетий XX в. При написании этой — наибольшей по объему — части книги автором использован богатый и скрупулезно собранный документальный материал, прежде всего письма самого Эренфеста и его коллег, извлечения из старых журналов и газет, устные рассказы физиков, знавших Павла Сигизмундовича.

Я много общался с Эренфестом — и у нас в СССР и в Голландии — и хорошо знал его. Книга В. Я. Френкеля освежила в моей памяти образ этого замечательного человека. Я надеюсь, что именно таким он предстанет и перед ее читателями.

* Книга намечена к опубликованию в Атомиздате в 1969 г.

Пауль Эренфест в России и в СССР

В. Я. Френкель
Кандидат технических наук

Вступление

Выдающемуся физику-теоретику первой трети нашего века, профессору Лейденского университета (Голландия) Паулю Эренфесту принадлежат фундаментальные результаты по обоснованию статистической механики. В ряде публикаций Эренфест, в частности, выступил в защиту идей своего учителя Людвиг Больцмана, подвергавшегося резкой критике со стороны Оствальда, Лошмидта, Цермело и др., и существенно уточнил его знаменитую эргодическую гипотезу (квазиэргодическая гипотеза Эренфеста). Другим важнейшим научным результатом П. С. Эренфеста, полученным уже в рамках квантовой теории Планка — Эйнштейна — Бора, была «адиабатическая теорема Эренфеста», которую высочайшим образом оценили и сам Бор, и Эйнштейн, и Борн. Хорошо известна квантовомеханическая «теорема Эренфеста о средних значениях» (1927 г.); специалисты знают о его роли в формулировке понятия спина электрона, знают и о последней (1933 г.) работе, в которой дана классификация фазовых переходов.

Публикуемые ниже страницы относятся к пребыванию П. С. Эренфеста в России, приездам его в Советский

Союз и плодотворным дружеским связям с советскими физиками; они взяты из книги об Эренфесте, над которой автор работал в течение последних трех лет.

Внимание будущего биографа «физиков эйнштейновской поры», несомненно, привлечет имя человека, которому Эйнштейн писал в 1922 г.: «Мы созданы природой друг для друга... Я нуждаюсь в твоей дружбе еще больше, чем ты — в моей». Это глубокое и искреннее признание адресовано Паулю Эренфесту — замечательному физику и человеку. Он родился в еврейской семье в Вене, учился в Австрии и Германии, многие годы провел в России и обрел родину для себя и семьи в Голландии, в которой прожил последние двадцать лет своей сравнительно недолгой пятидесятилетней жизни.

В 1903 г. Эренфест опубликовал свою первую научную статью, и с тех пор в течение трех десятилетий его имя не сходило со страниц немецких, американских и русских журналов, а его популярность среди физиков — теоретиков и экспериментаторов — была исключительно велика.



Виктор Яковлевич Френкель, сотрудник теоретического отдела Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе АН СССР; автор около 30 работ по теоретической и математической физике; работает также в области истории физики. Опубликовал книгу (1966) об известном советском физике чл.-корр. АН СССР Я. И. Френкеле и ряд обзоров по истории советской физики.



П. С. Эренфест. Лето 1911 г.

Заветная цель каждого не лишённого некоторого тщеславия физика — «попасть в учебник», т. е. сделать такую работу, которая по своей значимости вышла бы за рамки текущей физической литературы. Этого идеала достиг Эренфест, который был, однако, отнюдь не тщеславным, а, напротив, излишне, болезненно скромным в оценке своих собственных достижений. Несколько его работ вошли в учебники, многие сыграли большую и стимулирующую роль и сейчас, как и раньше, хорошо известны специалистам. Его память в свое время почтили небольшими статьями великие физики нашего века — Эйнштейн и Паули, о встречах с ним рассказали А. Ф. Иоффе и Г. Юленбек — американский физик голландского происхождения. Но все же, как заметил И. Е. Тамм, роль Эренфеста в развитии физики первой трети нашего века не оценена, а имя его, хотя и не предано забвению, но и не поддерживается должным образом в памяти большинства физиков.

Одна из причин такого положения связана с тем, что в физике, в отличие от литературы, критика, как правило, адресуется не массовому читателю, а непосредственно тому ученому, который ее вызвал. И высказывается она опять-таки, как правило, не после опубликования работы, а в процессе ее выполнения, до отсылки в печать. Многие физические работы заканчиваются выражением признательности тому или иному ученому (или ученым) «за стимулирующую критику». Способность своею критикой по-настоящему стимулировать исследования дана немногим, и, по признанию выдающихся авторитетов — Эйнштейна, Бора, Паули, Ланжевена, — Эренфест не имел себе в этом отношении рав-

ных. Эта его роль была известна современникам и, вообще говоря, закреплена в соответствующих работах или протоколах дискуссий. Однако физики сравнительно редко обращаются к статьям более чем 10-летней давности, — а потому последующие поколения о ней не знают.

Помимо собственных научных достижений и только что упомянутого стимулирующего влияния на развитие физики, у Эренфеста есть еще одна заслуга, которая также редко бывает зафиксированной на бумаге, но значение которой очень велико. В своей книге «Встречи с физиками» А. Ф. Иоффе, говоря об успешном развитии теоретической физики в послереволюционном Ленинграде, связанном с именами Я. И. Френкеля, Ю. А. Круткова, В. А. Фока и др., отмечает: «Всем этим расцветом теоретической физики, начавшимся еще до первой мировой войны, мы обязаны влиянию П. С. Эренфеста». Эренфест всегда умел сплотить вокруг себя интересующуюся физикой молодежь, еще более увлечь ее этим занятием и, трагически неуверенный (особенно в последние годы жизни) в своих собственных силах, вытравлял эту неуверенность у окружающих его молодых людей. Его заслуги в становлении новой физики в России исключительно велики; не меньшее влияние оказал он и на развитие физики в Голландии. Он бывал счастлив, разглядев в человеке талант, и укрепление этого таланта, требовавшее от Эренфеста времени и сил, не диктовалось сознанием необходимости выполнить долг перед наукой, а было скорее естественным проявлением его личности.

В России (1907—1912 гг.)

Трудно разложить в спектр решение Эренфеста переехать в Петербург, которое окончательно созрело, очевидно, в 1907 г. Вероятно, были здесь и чисто эмоциональные мотивы. Прежде всего, уже много лет не была на родине его жена, Татьяна Алексеевна Афанасьева-Эренфест. Большую роль сыграл и глубокий интерес к России самого Павла Сигизмундовича. Можно думать, что Эренфесты руководствовались и рядом рациональных соображений: им казалось, что в Петербурге, где было много учебных заведений (Университет, Политехнический, Технологический, Горный институты, Бестужевские курсы) и мало физиков, — обоим будет гораздо легче устроиться на работу. Вероятно, немаловажную роль играло и то обстоятельство, что они хотели сделать русский язык родным для недавно родившейся дочери, названной Татьяной в честь матери («Таня-штрих» — так называли ее в этой физико-математической семье). Наконец, Эренфестам была заказана статья по статистической механике для Математической энциклопедии, и в период подыскания постоянной работы занятия ею избавили бы их от чувства неустroенности.

В Петербург Эренфесты приехали осенью 1907 г. и поселились в доме на 11-й линии Васильевского острова.

Виктор Шкловский, говоря о Петербурге самого начала века, одной фразой дал, хотя и чисто внешнюю, но запоминающуюся примету времени: «тогда еще попадали под конку». В тон ему можно добавить: как раз с осени 1907 г. петербуржцы получили печальную возможность попадать и под трамвай (первая линия протяженностью немногим более двух километров, по которой циркулировало 10 вагончиков, объединила Большой проспект Васильевского острова с началом Невского). А вот к лаборанту Санкт-Петербургского политехнического института им. Петра Великого доктору философии Мюнхенского университета Абраму Федоровичу Иоффе, жившему неподалеку от института на Муринском проспекте, Эренфесту пришлось добираться на конке — маленьком вагончике, двигавшемся по рельсам и влекомом парой гнедых. На крышу вагона вел полуоборот винтовой лестницы; там была (за ненадобностью бугеля!) установлена скамейка. О панораме, открывавшейся с этой высоты, не приходится мечтать современным пассажирам, мчащимся по улицам в автобусах или приземистых автомобилях.

Петербургская физика

С А. Ф. Иоффе Эренфест познакомился в Мюнхене в 1905 г. Встреча состоялась в кафе «Луц», где каждое воскресенье собирались молодые физики города. (Одним из инициаторов этих встреч и был Абрам Федорович, а среди участников можно назвать Арнольда Зоммерфельда, Питера Дебая и Макса Лауэ.) Эренфест и Иоффе были одноклассниками, в то время совсем молодыми. Один — ученик Рентгена — тонкий экспериментатор, живо интересовавшийся теорией, другой — ученик Больцмана — первоклассный теоретик, внимательно следивший за экспериментальными работами, оба — люди высокоинтеллигентные, они не могли не понравиться друг другу. И все же в Мюнхене их встречи были мимолетными, а знакомство оставалось довольно поверхностным. Иоффе не подозревал, что Эренфест женат на русской, а Эренфест, угадавший в Иоффе иностранца, решил, как вспоминала Татьяна Алексеевна, что он голландец. Но уже в первые месяцы пребывания в России наметившаяся в Мюнхене взаимная симпатия вылилась в теплую дружбу. Иоффе и Эренфест часто виделись. «Два раза в неделю мы обсуждали интересовавшие нас вопросы физики, обычно у него на квартире, иногда при участии других физиков. А в промежутке между встречами он ежедневно посылал мне письма в 6—12 страниц с изложением своих мыслей и вычислений», — писал А. Ф. Иоффе в своей книге «Встречи с физиками» (эти письма сохранились в архиве А. Ф. Иоффе).

Общение с друзьями Татьяны Алексеевны, с Абрамом Федоровичем позволило Павлу Сигизмундовичу довольно быстро разобраться в ситуации, сложившейся в физике и математике в Петербурге в конце первого десятилетия нашего века. При университете имелась известная математическая школа, своим расцветом обя-

занная П. Л. Чебышеву (1821—1894), традиции и слава которой поддерживались трудами А. А. Маркова, А. Н. Коркина, В. А. Стеклова и их учеников. Блестящим ученым, которого (по свидетельству Т. П. Кравца) Эренфест высоко ценил и который примыкал, скорее, к математикам, был Алексей Николаевич Крылов. С физиками дело обстояло отнюдь не так. Правда, один из них — заслуженный профессор университета Орест Данилович Хвольсон уже в те годы пользовался европейской известностью (был почетным членом Берлинского физического общества, Бельгийской академии наук и т. д.) благодаря своему классическому курсу общей физики, первый том которого был издан в 1897 г. Курс Хвольсона был переведен на ряд европейских языков — немецкий, французский, испанский, и в физической литературе тех лет возник даже термин: «хвольсоновский стиль изложения». «Совершеннейшим летописцем физики» называл Хвольсона С. И. Вавилов.

Другой известной фигурой среди петербургских физиков был Иван Иванович Боргман; он также имеет несомненные заслуги перед русской дореволюционной наукой. Ему принадлежит инициатива в издании сыгравших очень большую просветительскую роль сборников «Новые идеи в физике». В этом непериодическом издании были опубликованы наиболее интересные работы как зарубежных (Эйнштейна, Перрена, Резерфорда, Планка, Дж. Дж. Томсона и др.), так и русских (П. Н. Лебедева, А. Ф. Иоффе, а позднее и Эренфеста) физиков. Боргман был организатором научно-исследовательского института физики при университете. Его энергии русские физики были обязаны быстрому темпу (и масштабам) строительства здания этого института. Тут Боргману помогло и то, что он был, во-первых, членом Государственного совета (того самого, который запечатлен И. Е. Репиным), представляя в нем деятелей науки, и, во-вторых, в свое время преподавал физику Николаю II (А. Ф. Иоффе отмечает, что это, однако, не мешало Боргману придерживаться прогрессивных взглядов).

Следует признать, что физической школы в Петербурге ни Хвольсону, ни Боргману все же создать не удалось.

В доме на Лопухинской

Эренфесты сняли квартиру в двухэтажном деревянном доме на Лопухинской улице (ныне улица академика Павлова), обращенном одной из своих сторон к небольшому, но живописному парку (ныне им. Дзержинского). Забавно, что этот дом — один из десятка-другого сохранившихся до сих пор деревянных зданий Петроградского района Ленинграда!

Лопухинская улица упиралась в строения лаборатории И. П. Павлова. Об этом соседстве Эренфесты узнали с первых дней переезда — по доносившемуся из глубины улицы лаю собак. Павлу Сигизмундовичу рассказали о Павлове и его работах, и он так заинтересовался всем услышанным, что вскоре побывал у знаменитого русского физиолога. В. В. Дойникова вспоминает, что



П. С. Эренфест и С. П. Тимошенко (справа). Петербург, 1911 г.

Эренфест много говорил потом об этой встрече, восхищался гуманизмом Павлова. Уже в те годы для Эренфеста была характерна «жадность к интересным людям», иначе говоря, здоровое любопытство, в частности, стремление в возможно большей полноте понять русскую действительность.

Также неподалеку от Лопухинской улицы располагалось здание Электротехнического института. На время пребывания Павла Сигизмундовича в России приходится начало преподавательской деятельности в стенах этого института Степана Прокофьевича Тимошенко — ученого, ныне хорошо известного своими многочисленными монографиями по механике и теории упругости (иностранного члена Академии наук СССР). Вспоминая об этом времени, С. П. Тимошенко любезно сообщил в письме к автору: «В августе 1911 г., после увольнения моего из Киевского политехнического института, я переселился в Петербург и поселился против Электротехнического института... От Иоффе узнал, что Эренфест живет близко от меня, и мы с ним опять встретились. Это было время быстрого прогресса в физике. Эренфест внимательно следил за новыми открытиями и делал о них частые доклады в Физическом обществе. Я посещал эти доклады. Эренфест был прекрасный докладчик. Он заранее подготавливал все нужные математические выкладки на больших листах бумаги, которые прикреплял к классным доскам. Таким образом он мог, несмотря на ограниченное знание русского языка, ясно излагать сложные вопросы новой физики. Чтобы подготовиться к разным вопросам, которые могут возникнуть при чтении доклада, Эренфест предложил делать предварительный доклад мне. Мы могли бы тогда совместно обсуждать все вопросы, требующие дополнительного пояснения. Мы решили встречаться по утрам в Ботаническом саду против моей квартиры. В это время (10 утра) там посторонней публики не было и мы могли спокойно обсуждать научные вопросы. Если для пояснения требовались фигуры, их легко было чертить палкой на чистой поверхности снега».

С. П. Тимошенко запомнилось, как Павел Сигизмундович старался пояснить своей шестилетней дочке Тане понятие «относительности». Об этой «относительности» девочка многократно слышала из разговоров о теории Эйнштейна, которые велись в доме ее родителями и их гостями. Главным действующим лицом в истории, рассказанной Эренфестом, «была улитка. Она выглядывала из норки в ясный солнечный день и сейчас же пряталась, заявляя: „Какая отвратительная сегодня погода!“ В дождь улитка была погодой довольна».

Эренфестовский семинар

В стенах Петербургского университета занималось немало талантливой молодежи, живо интересовавшейся новой физикой. И для этих молодых людей приезд Эренфеста, о котором в тесном кругу петербургских физиков сразу же стало известно, сыграл очень большую роль. Он был, по существу, первым физиком-теоретиком в России. К тому же Эренфест приехал с Запада, где были осуществлены революционные открытия и исследования Рентгена, Планка, Эйнштейна. Поэтому именно вокруг Эренфеста стала концентрироваться эта молодежь.

В квартире Эренфестов, занимавшей 2-й этаж дома, раз в две недели, а иногда и еженедельно собирались на семинары петербургские физики. Впрочем, не только физики. Частыми посетителями семинара были и математики. Среди них в первую очередь надо назвать Александра Александровича Фридмана (1888—1925) — ученого, хорошо известного в двадцатых годах, к которому лишь посмертно пришла мировая слава. Бывал на семинаре у Эренфеста и академик Сергей Натанович Бернштейн — в те годы только что преодолевший магистерский барьер по «чистой математике» (в оправдание — или осуждение? — математиков надо сказать, что они так же жестоко «резали» и своих собратьев по специальности, так что благополучная сдача экзаменов была равносильна подвигу!). На эренфестовских семинарах докладывались и разбирались математические работы. Характерно, что единственные две чисто математические печатные работы Павла Сигизмундовича выполнены именно во время пребывания в Петербурге.

Семинар у Эренфеста посещали Абрам Федорович Иоффе, Карл Карлович Баумгарт, Леонид Дмитриевич Исаков и Дмитрий Сергеевич Рождественский, работами которого по оптике Эренфест очень интересовался. Студенческая молодежь была представлена Юрием Александровичем Крутковым, Виктором Робертовичем Бурсианом, Георгием Георгиевичем Вейхартом, Владимиром Михайловичем Чулановским, Валентиной Витальевной Дойниковой, Виталием Георгиевичем Хлопиным и др. Семинары проходили в гостиной, где была установлена доска. Начинались они во второй половине дня — первая половина была у Эренфеста занята непосредственно научной работой.

Эренфестовские семинары стали не только превосход-

ной школой для посещавшей их петербургской молодежи (да и не только молодежи). Именно на них сам Эренфест вырос в прекрасного лектора и руководителя. Всякий желавший мог обратиться к нему и получить тему для разработки. Единственным требованием была искренняя и глубокая заинтересованность предметом. Пришедшего к нему на квартиру молодого человека Павел Сигизмундович неизменно и сразу же спрашивал: «Ну, какие у вас возникли вопросы?». При этом под вопросами он понимал главным образом не неясности, встретившиеся в процессе штудирования той или иной книги или статьи, а идеи, связанные с дальнейшим развитием соответствующей проблемы. Обсуждение подобных вопросов начиналось в кабинете, продолжалось за обеденным столом — дом Эренфестов был хлебосольным и открытым. Однажды на традиционный эренфестовский вопрос последовал ответ: «Что же, Павел Сигизмундович, если у нас нет вопросов, то нельзя и прийти к вам?». На это Павел Сигизмундович удивленно возразил: «Как нет вопросов? Если вы занимаетесь физикой, их у Вас не может не быть!».

Позднее, вспоминая себя — слушателя семинаров Больцмана и Клейна и руководителя петербургских семинаров, — Эренфест записал во время отдыха в деревушке Канука под Нарвой в одной из своих записных книжек¹: «Не следует бояться принимать участие в научных разговорах, слушать доклады, читать книги, если у Вас из-за отсутствия предварительных знаний от всего этого останется не более двух-трех разрозненных впечатлений или фраз. Эти фрагменты позднее — неожиданно и молниеносно — воплощаются в некую единую картину, и оказывается, что вы играючи и без особого напряжения приобрели за счет таких несистематических занятий богатство, подчас гораздо большее того, которое можно получить в результате регулярной работы. Приобретаемые таким путем знания еще и потому оказывают на вас стимулирующее влияние, что именно в процессе их усвоения вы четко осознаете наиболее существенные бреши и противоречия в складывающейся картине. Все это поощряет развитие способности к самостоятельному мышлению. Чтобы в результате всего этого получилось что-либо полезное, необходимо, мне кажется, выполнение следующих условий:

1. Следует выбрать какую-то одну основную область, в которой надо действительно систематически заниматься с должной глубиной и критикой. Без этого условия указанное выше «вылавливание» сведений может привести, напротив, к просто отвратительному типу поверхностности и пустого высокомерия.
2. Никогда не следует стыдиться открыто признать, что в каком-то вопросе вы знаете очень немного, едва-едва «кумекаете» в нем; надо, отбросив ложный стыд,

прямо признаться в этом вашем непонимании и задавать вопросы не стесняясь, что оно тем самым непосредственно обнаружится. Об этом недопонимании необходимо сказать открыто, быть может — с улыбкой, исключая любую и малейшую попытку ввести в заблуждение, как бы ни было велико искушение замаскировать свою глупость! Такое искушение возникает отчасти из-за чувства примитивной стеснительности, отчасти (и это особенно глупо!) — из страха, что тот, к кому ты обращаешься с вопросом, уклонится от ответа, заметив, насколько ты мало знаешь или какое грубое невежество ты проявил. В действительности-то все происходит как раз наоборот. Я могу засвидетельствовать, что когда замечаю, что кто-то недостаточно подготовлен, но хочет расширить свои знания, — я стараюсь любым способом ему помочь и нахожу в этом огромное удовлетворение. Если же, напротив, я вижу, что какими-либо увертками от меня стараются скрыть недопонимание и тем самым мешают мне оценить его степень, я мгновенно перестаю получать удовольствие от объяснения; более того, мне хочется послать его ко всем чертям!» (4 мая 1912 г.)

Вот следующая запись (4 августа 1912 г.):

«Всякий вопрос, на который ты натыкаешься при размышлении или во время чтения, или, наконец, в разговоре, надо кратко и четко зафиксировать. Время от времени подобные вопросы следует просматривать, стараясь их как-то систематизировать. Прежде всего, приятно сознавать, что ты сумел разрешить некоторые из них, хотя первоначально едва лишь смог их сформулировать, не говоря о том, чтобы разработать! Во-вторых, мы тем самым научаемся нечто туманное и неясное постепенно превращать в четко сформулированные вопросы. А это исключительно важно, это полпути к решению: замечание столь же справедливое, сколь и тривиальное. В-третьих, попадая в круг высокообразованных собеседников, ты располагаешь массой вопросов, уже четко тобою сформулированных и очерченных. Нет более прямого пути, чтобы раскрыть сущность этих вопросов! Ничего нет более досадного, чем ощущение: вот бог представил мне возможность встретиться с выдающимся человеком, а я молча сидел перед ним, разинув рот. О скольких вещах я мог бы его спросить — но никаких конкретных вопросов у меня не было! Итак для меня несомненно, что главное заключается в том, чтобы выработать у себя привычку туманные неясности перерабатывать в четкие вопросы. Это, кстати, остается справедливым и для тех из них, которые далеки от науки».

Спустя полвека в Москве академик Л. Д. Ландау спросил Нильса Бора: «Каким Вы обладали секретом, который позволил Вам в такой степени концентрировать вокруг себя творческую теоретическую молодежь?» На это Бор ответил: «Никакого особого секрета не было, разве только то, что мы не боялись показаться глупыми перед молодежью». К этому можно добавить, что Эренфест и Бор вели свои семинары так, что и моло-

¹ Я признателен Г. П. ван-Боммель-Эренфест, приславшей мне извлечение из записных книжек П. С. Эренфеста.



П. С. Эренфест с группой русских физиков. Слева направо: Т. А. Афанасьева (жена Павла Сигизмундовича), П. С. Эренфест, А. Б. Ферингер, К. К. Баумгарт. Лето 1911 г. Канука (под Нарвой)

дежь не боялась «показаться глупой» перед своими наставниками. Искреннее заблуждение было вполне извинительным; непростительным грехом, с точки зрения Эренфеста, было нарочито замаскированное непонимание!

На съезде в Москве

В конце 1909 г. в Москве открылся XII съезд русских естествоиспытателей и врачей, собравший большое число делегатов. Достаточно сказать, что на различных секциях его было в течение недели прочтено 696 докладов (на 214 заседаниях). Среди докладчиков были И. П. Павлов (его доклад назывался «Естествознание и мозг»); замечательный русский механик С. А. Чаплыгин; глава петербургских математиков В. А. Стеклов («Об уравнениях математической физики»); крупнейший русский физик, глава московской школы, П. Н. Лебедев (его доклад о световом давлении на газы, объяснивший происхождение хвостов комет, вызвал огромный интерес делегатов). Из Петербурга приехали физики Н. Г. Егоров, И. И. Боргман, А. Ф. Иоффе, П. С. Эренфест и др. Павел Сигизмундович принял участие в работах не только секции физики, но и секции чистой математики, выступив с докладом по качественной теории дифференциальных уравнений. Он, далее, вступил в полемику с В. А. Стекловым по вопросу об интегральных уравнениях, роль которых в математической физике В. А. Стеклов считал в то время преувеличенной. Это расхождение во взглядах отнюдь не мешало тому, что П. С. Эренфест позднее, в 1912 г., назвал Стеклова в числе небольшой группы лиц, которая оказала особо сильное влияние на формирование его взглядов. С другой стороны, и В. А. Стеклов очень высоко ценил Эренфеста, называя его, по воспоминаниям академика В. И. Смирнова, «вдохновенным агитатором физики». Вероятно, эта оценка выработалась под влиянием докладов Эренфеста и личных бесед с ним в Петербурге. Эренфест вспоминал позднее, что в одном из своих докладов рассказал о серии новых работ по оптике.

Его доклад внимательно слушали, но у ряда оптиков, присутствовавших на съезде, он поначалу вызвал некоторое недоумение: ведь речь в нем шла о довольно известных работах молодого петербургского физика, имени которого, однако, Эренфест какое-то время не называл. Но вот он кончил говорить об этих работах, сделал паузу и потом сказал, что докладывал о выдающихся результатах, полученных Дмитрием Сергеевичем Рождественским, что эта работа могла бы сделать честь любому крупному специалисту. А вместе с тем сам Рождественский вынужден был отказаться от поездки в Москву для участия в работе съезда, потому что он готовится к магистерским экзаменам по математике. Чтобы сдать эти экзамены, надо прочесть вот какие книги: Эренфест подошел к доске и, волнуясь от негодования, начал выписывать длинную колонку названий книг, озвучивание с которыми требовалось программой.

А. Ф. Иоффе в своей книге «Встречи с физиками» вспоминал полвека спустя после этих событий, что тогда же «Павел Сигизмундович в ярких красках описал порядки, принятые на экзаменах, и вред, который они приносят русской науке». А. Ф. Иоффе вспоминает, что на глазах у Эренфеста, когда он говорил, блеснули слезы, и что его слова «вызвали сочувствие большинства аудитории».

Одним из самых впечатляющих событий для самого Эренфеста на этом съезде было знакомство с Петром Николаевичем Лебедевым. В письме А. Ф. Иоффе к жене, В. А. Кравцовой, читаем: «Нас с Эренфестом Лебедев совершенно оккупировал: все время между или после заседаний мы должны проводить у него или с ним у Лазарева; Лебедев оказался человеком необычайно остроумным и чрезвычайно крупным как личность... Завтра нет заседаний — можно будет отдохнуть по крайней мере до 6 ч. — на обед мы с Эренфестом приглашены к Лебедеву».

Этими частыми встречами в Москве знакомство Эренфеста с Лебедевым не оборвалось. Сохранилась небольшая переписка между ними (связанная в основном с деятельностью Эренфеста в редакции ЖРФХО — Журнала Русского физико-химического общества). Когда в феврале 1911 г. Лебедев был вынужден уйти из Московского университета, протестуя против реакционных действий министра просвещения Кассо, Эренфест был в числе тех членов Общества, которые на его заседаниях энергично выступили в защиту Лебедева (и многих других профессоров университета, подавших в отставку, в том числе К. А. Тимирязева, П. А. Умова, П. П. Лазарева и др.).

Магистерские экзамены

На пути молодого человека, желавшего посвятить себя физике в пределах Петербургского университета, вставали немалые трудности. «Трагедией петербургской физики» назвал А. Ф. Иоффе те ненормальные отношения, которые сложились в университете между математи-

ками и физиками. Дело сводилось к тому, что математики предъявляли чрезмерно суровые требования к магистерским экзаменам, которым подвергались физики, желавшие посвятить себя преподавательской деятельности. Создавалось парадоксальное и действительно трагическое положение: люди, имевшие широкую известность, опубликовавшие серьезные исследования, которых с головой хватило бы не на одну докторскую диссертацию (не говоря уже о магистерской), не могли получить право на защиту. Четкой программы по математике не было, а так как математики, за исключением Стеклова, считали, что нет специальной «математики для физиков» (А. Н. Коркин даже резко возражал против введения самого термина «математическая физика»), то физикам нужно было владеть, по существу, всей математикой.

Анатолий Франс однажды заметил: чтобы презирать почести, надо ими обладать. Пауль Эренфест, решив включиться в борьбу с «математическим» произволом на магистерских экзаменах в Петербургском университете, считал для себя необходимым сначала сдать их, притом сдать именно в предусмотренном программой объеме, который следовало, по его мнению, пересмотреть и сократить. Этот мотив его решения — предположительный, но, думается, вполне реальный. К этому следует добавить, что получение докторской степени в русском университете увеличивало вероятность устройства на работу в высшем учебном заведении России.

Надр сказать, что решение Эренфеста о магистерских экзаменах созрело очень рано — уже 23 марта 1908 г. Совет Физико-математического факультета Петербургского университета постановил допустить доктора П. Эренфеста к экзамену на степень магистра. Приступая к подготовке к экзаменам, Эренфест в шутку сказал В. В. Дойниковой: «Я люблю экзамены, потому что, готовясь к ним, чувствую себя спокойным: можно с полным удовлетворением сделать все, не надо что-то придумывать. А в научной работе ведь таких пределов нет и можно себя бесконечно терзать».

Свой первый экзамен по физике Эренфест держал только год спустя, 17 апреля 1909 г. (не нужно, конечно, думать, что весь год он к нему готовился!). Экзаменаторами были И. И. Боргман и О. Д. Хвольсон, и — надо отдать им справедливость — подошли они к испытываемому не формально. Зная круг интересов Павла Сигизмундовича, они предложили ему рассказать об истории развития второго начала термодинамики. Вторым вопросом были основные положения электромагнитной теории света. Нечего и говорить, что ответы Эренфеста были признаны удовлетворительными (более высокой оценки не было, провалившийся на экзаменах получал «неуд.»).

Свой экзамен по математике Эренфест сдавал, как берут интегралы — по частям: 5 марта и 9 апреля 1910 г. Обычно этот экзамен происходил в механическом кабинете — большой комнате с окнами на Неву, расположенной на третьем этаже одного из универси-

тетских корпусов (ныне в нем помещается геологический факультет Ленинградского университета). Экзаменационная комиссия предлагала свои вопросы не заранее, а тут же, после чего экзаменуемому предоставлялась возможность готовиться к ответу, не пользуясь учебниками или собственными записями. Этот экзамен Эренфест держал уже по всей форме — перед комиссией, в состав которой входили В. А. Стеклов и Д. С. Селиванов. Семь вопросов, предложенных ему, сильно разнились друг от друга по степени сложности. Был сре-

ди них вопрос о вычислении интеграла $\int_0^{\infty} e^{-x^2} dx$, на который сейчас может ответить любой второкурсник (а между тем, судя по протоколам экзаменов 1900—1912 гг., без такого вопроса, обращенного к физикам, не обходился ни один экзамен по математике!). Но были тут и трудные вопросы и теоремы; все же не обошлось и без теории вероятностей. Среди более «физичных» вопросов можно назвать задачу о колебаниях струны, закрепленной на двух концах, и теорему Лиувилля.

Впечатление, которое создается при просмотре протоколов испытаний по математике, в общем расходится с ожидавшимся, если исходить из трагедийных эпитетов, которые использовались при описании «произвола» математиков. Но дело здесь, видимо, не только в том, что за истекшие с тех пор 60 лет возрос общий уровень требований, предъявляемых на экзамене (экзамен на степень магистра при этом следует сравнивать с аспирантским или кандидатским экзаменом) и произошла существенная и органичная математизация физики. Трагедия, если воспользоваться все же терминологией А. Ф. Иоффе, заключалась в том, что экзаменаторы «резали» физиков дополнительными вопросами, область которых не была никак ограничена.

Сдача магистерских экзаменов, однако, не помогла Эренфесту получить постоянную преподавательскую работу. За все 5 лет пребывания в России он только в течение двух семестров читал «временный курс» (сроком с 1 января 1909 г. по 1 января 1910 г.) по некоторым вопросам математической физики для студентов старших курсов и преподавателей электромеханического факультета Политехнического института.

Тем большее впечатление должно на нас произвести то, что Эренфест стал ключевой фигурой в петербургской физике того периода. Т. П. Кравец имел полное основание написать в своей статье, посвященной памяти Д. С. Рождественского: «В первом десятилетии нашего столетия три человека особенно много потрудились над тем, чтобы объединить петербургских физиков. Это был, прежде всего, П. С. Эренфест, который в то время приехал из-за границы... и сделал чрезвычайно много, чтобы объединить русских петербургских физиков и чтобы зажечь в них интерес, слабо представленный тогда к теоретической физике»¹ (вторым и третьим Т. П. Кравец называет А. Ф. Иоффе и Д. С. Рождественского).

¹ Т. П. Кравец. «От Ньютона до Вавилова». Л., «Наука», 1967, стр. 348.



Во дворе дома Эренфестов на Лопухинской ул. в Петербурге. Слева направо: А. Ф. Иоффе, В. Р. Бурсиан, Г. Г. Вейцарт, ?, П. С. Эренфест, ?, Т. А. Афанасьева, ?, ?

Свою роль организатора Павел Сигизмундович — разумеется, безотчетно — выполнял в стенах собственной квартиры, на семинаре. Немаловажное значение имело и участие Эренфеста в работах Русского физико-химического общества, членом которого он стал практически сразу же по приезде в Петербург (его кандидатуру в сентябре 1907 г. рекомендовали И. И. Боргман, О. Д. Хвольсон и К. К. Баумгарт). Он принимал участие во всех заседаниях общества, выступая либо с докладами, оригинальными или реферативными, либо в прениях по таким докладам. С 1909 г. он начинает сотрудничать в Журнале Русского физико-химического общества не только как автор двадцати статей и обзоров и двадцати рецензий, но и как сотрудник редакции.

Поиски работы

Надежды на то, что Политехнический институт сумеет, преодолев трудности, обеспечить Эренфесту штатное место приват-доцента, не сбылись, несмотря на успех читавшегося им курса. Эренфесту следовало каким-то радикальным образом изменить сложившееся положение. И он решил расстаться с Россией, как ни тяжело это было ему и его жене.

Чтобы решить, где же ему обосноваться в дальнейшем, Эренфест в начале 1912 г. отправляется за границу. Его цель: определить путем переговоров с ведущими физиками возможность устройства в одном из университетов Центральной или Западной Европы. Имя Эренфеста к тому времени было достаточно хорошо известно; статья в Энциклопедии еще более упрочила его положение и репутацию.

Во Львове Павел Сигизмундович встретился с Марианом Смолуховским, в Лейпциге — с другом своих гимназических лет Густавом Герглотцем (к этому времени получили признание работы Герглотца по приложению теории относительности к гидро- и аэродинамике). В Вену Эренфест ехал, прежде всего, чтобы повидаться с братьями, но, разумеется, побывал и в Университете. Здесь, в Физическом институте он познакомился с Эрвином Шредингером. Шредингеру было в то время 24 года, и разговор с Эренфестом в одном из венских кафе, во время которого Павел Сигизмундович рассказал о новых теориях магнетизма, имел исключительно сильное влияние на дальнейшую судьбу Шредингера¹. Но если мировая известность Шредингера (связанная с основным уравнением квантовой механики, носящим его имя) была еще далеко впереди, то Макс Планк, с которым Эренфест встретился в Берлине, был уже в зените своей славы.

Однако кульминационным пунктом поездки Эренфеста была Прага, где с начала 1911 г. жил Эйнштейн, занимавший там должность штатного профессора Пражского (немецкого) университета. Эйнштейн знал Эренфеста по его работам, но они никогда еще не встречались. Начало их переписки относится к весне 1911 г. Отправляясь в путешествие, Павел Сигизмундович написал Эйнштейну о своем желании увидеться с ним и о намерении заехать в Прагу. В Лейпциге, когда Эренфест гостил у Герглотца, пришла ответная открытка Эйнштейна, отправленная из Праги 1 января 1912 г.:

«Дорогой коллега Эренфест! Я очень рад, что Вы ко мне приедете. Я в Праге, так что Вы безусловно застанете меня. Наша комната для гостей сейчас, к сожалению, занята, но я хотел бы дружески просить Вас (и Вашу супругу) остановиться у меня на квартире, когда Вы снова приедете в Прагу на обратном пути. Сообщите мне, во всяком случае, время Вашего приезда, чтобы я смог встретить Вас на вокзале. С наилучшими пожеланиями Вам, Вашей супруге, а также профессору Герглотцу. Ваш Эйнштейн»².

Результатом поездки Эренфеста, если говорить о той ее стороне, которая была связана с устройством в каком-либо университете, было твердое убеждение, что ему наверняка не удастся найти преподавательской работы в Вене; шансы на получение места (хотя бы приват-доцента) в Германии также были невелики.

Эйнштейн мечтал видеть Эренфеста рядом с собой — в Праге или в Цюрихе: возможность совместной работы, очевидно, очень привлекала не только Эренфеста. Не говоря уже о радикальных и передовых позициях,

¹ M. Klein. Delta. v. 5, 1962, N 4, p. 10 (Amsterdam).

² Я глубоко признателен д-ру Отто Натану, душеприказчику Эйнштейна, ведающему его архивом, за любезное разрешение воспроизвести здесь эту и последующие выдержки из писем Эйнштейна к Эренфесту, а также секретарю Эйнштейна г-же Элен Дюкас — за пересылку фотоконтий, содействие и помощь.



Тюбинген, 1921 г. Слева направо:
Д. С. Рождественский, П. С. Эренфест, Х. Фюртбауэр

которые занимали в физике оба ученых, несомненной была и их близость друг к другу вне сферы теоретической физики. Общим был их интерес к философским проблемам науки, любовь к музыке — все это открывало перспективу дальнейшего развития и укрепления так быстро установившейся дружбы.

Но пребывание самого Эйнштейна в Праге, где он чувствовал себя неуютно в душной атмосфере австро-венгерской монархии, близилось к концу. В таких условиях он не мог обещать Эренфесту что-либо определенное.

Письмо от Лоренца

Примерно к началу 1912 г. Эренфест получил оттиски своей и Татьяны Алексеевны статьи в Математической энциклопедии и разослал ее своим друзьям и научным коллегам. В их списке, конечно, одним из первых был Лоренц, на работы которого Эренфест не раз ссылался в статье. И вот в конце апреля 1912 г. на Лопухинскую улицу в Петербурге приходит конверт из Голландии. Павел Сигизмундович вскрыл его и прочел написанное четким лоренцевским почерком письмо:

«Лейден, 20 апреля 1912 г.

Глубокоуважаемый коллега,

Я был очень огорчен, получив печальную весть о смерти Лебедева. Это сообщение глубоко ранило меня, так как я высоко ценил его работы, и его кончину я рассматриваю как тяжелую потерю для всей нашей науки. Я обращаюсь к Вам по этому поводу, во-первых, потому что Лебедев писал мне, чтобы выяснить возможность получения для его московской лаборатории, которая сейчас, к сожалению, вынуждена работать в столь тяжелых условиях, материальную поддержку из средств сольвеев-

ского фонда. Во-вторых, я полагаю, что именно Вы побудили его обратиться к нам с этим письмом — после того, как узнали от проф. Зоммерфельда о названном сольвеевском фонде.

Поскольку, однако, организация фонда только намечалась, я не сразу ответил Лебедеву, о чем сейчас очень сожалею. Если бы я знал о его болезни, я бы написал ему незамедлительно, и хотя мой ответ и не был бы вполне определенным, возможно, он доставил бы ему некоторую радость.

Теперь этот фонд, к счастью, скоро начнет функционировать, а потому я хотел бы у Вас конфиденциальным образом узнать — объединены ли сейчас московские физики вместе и кто осуществляет там общее руководство их работой? Мне также хотелось бы услышать от Вас, если это возможно, имена нескольких известных физиков, примыкающих к этой группе (относится ли к ней Эйхенвальд? ¹), и узнать, каковы перспективы дальнейшей работы по лебедевской программе.

Я хочу воспользоваться случаем, чтобы выразить Вам свою признательность за любезную присылку Вашей прекрасной и обстоятельной энциклопедической статьи, касающейся вопросов, столь глубоко меня интересующих.

Позволю себе обратиться к Вам еще с одной просьбой. После того, как много лет тому назад я, хотя и в течение короткого промежутка времени, имел удовольствие видеть Вас и Вашего друга Ритца здесь, в Лейдене, наши пути не пересекались, и у меня имеется только [оттиск] работы, выполненной Вами и Вашей супругой. Поскольку, однако, теперь я интересуюсь не только самой научной работой, но и судьбами тех людей, которые ее проводят, я был бы очень рад узнать из Вашего ответного письма также и о том, как складывалась Ваша дальнейшая судьба, где Вы сейчас работаете? Приняли ли Вы русское подданство?

В надежде на то, что Вы не сочтете меня нескромным, я пребываю с дружескими чувствами и глубоким уважением.

Г. Лоренц» ²

Надо думать, что это письмо вызвало у Эренфеста целую гамму переживаний. Он должен был вспомнить Петра Николаевича Лебедева, ранняя смерть которого (1 марта 1912 г.) особенно тяжело переживалась в России, свои с ним встречи и разговоры (о которых мы писали), подумать о его преемнике — П. П. Лазареве. Эренфеста не могли поначалу не удивить вопросы Лоренца об его устройстве и, казалось бы, абстрактная заинтересованность судьбами ученых. Правда, Лоренц мог знать от Эйнштейна и Зоммерфельда о тщетных

¹ А. А. Эйхенвальд (1863—1944) — известный русский физик, товарищ П. Н. Лебедева, автор ряда учебников, в частности 3-томного курса теоретической физики.

² Выражаю глубокую признательность Лейденскому музею истории естественных наук и его сотруднику г-ну А. Е. Энгбертсу за предоставление фотокопии этих писем Эренфеста и Лоренца друг к другу.



П. С. Эренфест, 1931 г.

попытках Эренфеста устроиться на преподавательскую работу в России и Европе. Быть может, он тоже хотел ему помочь? Павел Сигизмундович кратко ответил на вопросы Лоренца и сообщил, что подробнее напишет позднее, когда узнает о положении дел в лебедевской лаборатории.

Причины, по которым Лоренц задал Эренфесту удивившие его вопросы, выяснились три недели спустя, когда пришло его новое письмо, от 13 мая 1912 г.:

«Что касается моих вопросов о Вас и Вашем теперешнем положении, то Вы сейчас увидите, что, задавая их, я имел при этом и заднюю мысль. А именно, в течение этого года я собираюсь перейти на положение экстраординарного профессора, так что на мое место необходим ординарный профессор теоретической физики. Для заполнения этой вакансии я могу остановить свой выбор не только на голландце, но и на иностранном коллеге. А так как я очень ценю Ваши работы за ту основательность, ясность и остроумие, с которыми они написаны, то я подумал также и о Вас».

«Глубокоуважаемый господин профессор! Я хочу прежде всего признаться, что Ваше письмо было для меня

столь же неожиданным, сколь и радостным сюрпризом! Извините меня поэтому, если я не сумею придать своему письму чисто деловую форму, а постараюсь вместо этого со всей добросовестностью представить Вам отчет о положении, в котором я сейчас нахожусь», — писал Эренфест 19 мая 1912 г.

Человек холодного и расчетливого ума написал бы сдержанное и короткое письмо, в котором поблагодарил бы за столь лестное предложение и, сказав, что оно является наиболее предпочтительным из всех, полученных ранее, принял бы его. Письмо Эренфеста написано с подкупающей искренностью, которая не могла не привлечь симпатий человека столь высоких моральных качеств и столь доброжелательного, каким был Лоренц. Эренфест словно советуется со старшим и мудрым наставником и как бы просит его помочь сделать стоящий перед ним выбор. Он пишет о том, как привязался к России и как трудно, хотя и необходимо, будет ему и, главное, жене, расстаться с этой страной. «Последние десять лет моей жизни характеризует, прежде всего, ощущение невольной безродности, — пишет Павел Сигизмундович. — Я с давних пор убежден, что полный расцвет и реализация заложенных в человеке возможностей осуществляются только тогда, когда люди, с которыми ему обычно приходится иметь дело, воспринимаются им не как чужие: это справедливо за вычетом случаев исключительной одаренности (последняя оговорка, вероятно, продиктована примером Эйнштейна. — В. Ф.). В этом отношении я чувствовал и чувствую себя в Вене чужим более, чем где-либо. Гораздо более «дома» я был среди моих геттингенских друзей, а также — позднее — и в немецкой Швейцарии. Несомненно, Россия могла бы стать моей Родиной в самом сокровенном значении этого слова, если бы я смог получить здесь постоянную преподавательскую работу. Несмотря на недостаточное знание языка, я не чувствую себя чужим в кругу здешних людей (исключая политических чиновников)».

На семейном совете Эренфестов было решено ориентироваться на Голландию. А в ожидании того дня, когда голландским планам суждено будет или осуществиться или рухнуть, вся семья (увеличившаяся на одного члена: у Эренфестов в России родилась дочка Галя) отправилась на дачу в Эстонию, на берег Балтийского моря. Там, между Нарвой и Силломягами, в маленьком поселке Канука Эренфесты уже не первый год снимали дачу. По соседству отдыхали А. Ф. Иоффе и С. Л. Франк со своими семьями; частыми гостями в Кануке бывали петербургские физики и математики: Тамаркин и Фридман, Баумгарт и Дойникова; приезжали туда Владимир Иванович Смирнов и М. Л. Франк. Павел Сигизмундович очень любил Кануку и позднее часто вспоминал о времени, прожитом там; в Голландии, в его лейденском кабинете, над письменным столом висели фотографии самой дачи и канукские пейзажи. В Кануке хорошо работалось и отдыхалось. Но это лето 1912 г.

прошло под знаком томительного ожидания вестей от Лоренца. Когда эти известия задерживались, казалось, что все лопнет, казались наивными надежды на благополучный исход дела.

Но вот в конце июля приходит в общем очень ободряющее письмо из Голландии. Хотя решение о приглашении Эренфеста, принятое Лоренцем и Советом Лейденского университета, должно еще быть утверждено министром (а он как на зло на целый месяц уехал из Голландии), сомнений в утверждении у Лоренца почти нет.

Выбор Лоренца определялся знакомством с работами Эренфеста. Сам строй его статей и манера изложения ясно указывали на незаурядные педагогические способности автора: для Эренфеста очень характерны непосредственно по ходу дела сформулированные вопросы, словно исходящие от вдумчивого слушателя на лекции, и четкие на них ответы. Иногда такой вопрос выносился им непосредственно в заглавие статьи. Из писем Лоренца мы знаем, далее, что он помнил Эренфеста — слушателя его лекций (в 1903 г.), а также и о том, что об Эренфесте ему писал Зоммерфельд. Очень вероятно, что и Эйнштейн делился с ним своим впечатлением о талантливом и неустроенном коллеге (а с Лоренцем Эйнштейна к тому времени связывала многолетняя переписка да и личное знакомство). И наконец, представляется несомненным, что Павел Сигизмундович, сам того не подозревая, подсказал Лоренцу правильность такого выбора своими предельно искренними, располагающими к себе письмами 1912 г. 16 сентября 1912 г. пришла желанная телеграмма от Лоренца, а вскоре вслед за ней и его письмо:

«Гаарлем, 29 сентября 1912 г.

Дорогой коллега,

Вы, я надеюсь, уже получили телеграмму, в которой я сообщил Вам о том, что Вы утверждены в звании профессора. Теперь, наконец, я могу — еще раз! — принести Вам свои поздравления. Уверен, что Ваша деятельность в Лейдене принесет Вам чувство удовлетворения и приведет к самым прекрасным результатам как в области научной работы, так и в преподавании! От всего сердца надеюсь, что Вы и Ваша семья на новом месте будете во всех отношениях чувствовать себя счастливыми! Моя жена просит передать самые сердечные поздравления Вам и Вашей супруге!»

В связи с приглашением в Лейден Эренфест получил еще одно письмо — на этот раз от Эйнштейна.

«Дорогой господин Эренфест,— писал Эйнштейн,— сердечно поздравляю Вас с извещением Лоренца! Исключая Вас, никто так не будет радоваться Вашему приглашению в Голландию, как я! Вы принадлежите к той наименьшей части теоретиков, которые не потеряли рассудка от эпидемии математики».

Эренфесты быстро собрались в дорогу. Павел Сигизмундович покидал страну, которую успел полюбить, в которой оставлял много добрых и преданных друзей. Впереди была Голландия — уютная и маленькая, родина плеяды больших физиков.

Несомненно, основным итогом пятилетней научной деятельности Эренфеста в России была серия работ по статистической механике, завершенных и объединенных в фундаментальную энциклопедическую статью. Предложение написать такую статью исходило от Феликса Клейна, который был в курсе работ Эренфеста, опубликованных в течение 1906—1907 гг. в ряде ведущих немецких физических журналов (а также публиковавшихся и в Журнале Русского физико-химического общества).

Чтобы лучше себе представить значимость такого предложения для молодого физика, каким в те годы был Эренфест, достаточно сказать, что к участию в изданиях Математической энциклопедии были привлечены ведущие и маститые ученые того времени — прежде всего Людвиг Больцман, Гендрик Лоренц, Г. Каммерлинг-Оннес, Л. Прандтль, М. Абрагам и др. Статью о теории корабля написал для Энциклопедии замечательный русский ученый Алексей Николаевич Крылов. Добавим, что десятилетие спустя после выхода статьи Эренфеста, в 1921 г., в том же издании появилась статья Вольфганга Паули — тогда еще двадцатилетнего студента — о теории относительности.

В статье Эренфеста содержалась контркритика работ (Лошмидта, Цермело и др.), подвергавших сомнению справедливость ряда основных положений кинетической теории газов, разработанной трудами прежде всего Максвелла и Больцмана. Сам Больцман частично ответил на эту критику (в только что отмеченной обзорной статье, написанной им для Математической энциклопедии), причем в процессе обдумывания этой критики им были уточнены некоторые первоначальные формулировки разработанных им основ кинетической теории газов, в частности закона возрастания энтропии в форме известной Н-теоремы.

(Окончание следует)

УДК 92: Эренфест

Дикие собаки Африки

Профессор Бернгард Гржимек
ФРГ

Мы старательно изучаем ископаемую флору и фауну нашей планеты, и в то же время о многих современных животных имеем лишь самое приблизительное представление. В качестве примера можно привести диких собак Африки, или, как их еще называют, гиеновых собак. Из одной книги в другую кочуют небылицы про этих «коварных разбойников», которые как бешеные черти врываются в какую-нибудь местность, разят налево и направо все, что повстречается им на пути, уничтожая гораздо больше дичи, чем они в состоянии съесть. В результате местность полностью опустошается — стада копытных животных в панике разбегаются в разные стороны. Ни одна антилопа не может уйти от острых зубов гиеновых собак, так как охотятся они методом эстафеты: одна собака преследует жертву до полного изнеможения, пока у нее уже «язык на плече», затем ее сменяет другая, за ней следующая и так далее, чтобы не дать жертве возможности передохнуть.

К этим рассказам прибавляются все новые.

В некоторых национальных парках лесничие столько наслышаны о злодеяниях диких собак, что нещадно их уничтожают. В результате такого планомерного отстрела в парке Крюгера, в Южной Африке, антилопы импала так размножились, что оголили все пастбища в округе. Вот что значит нарушать биологическое равновесие в природе!

Впрочем, борьба с дикими собаками не представляет никакой трудности: они ведь не боятся людей и не убегают при их приближении. Что касается меня, то я ни разу не слышал о каком-либо достоверном случае нападения африканских диких собак на человека.

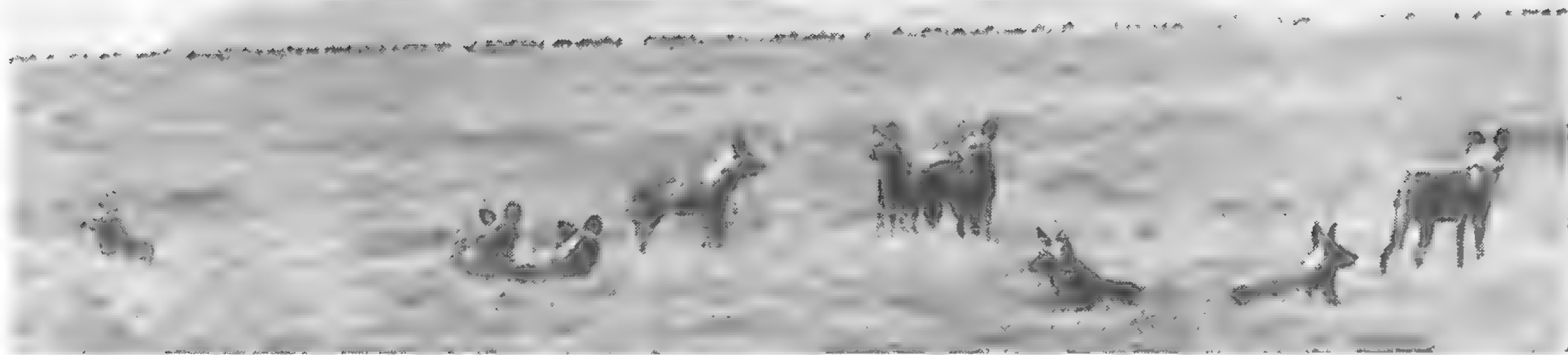
Как они охотятся

Наблюдать за охотой диких собак не составляет труда. Во-первых, потому, что охотятся они не под покровом ночной темноты, а когда солнце находится над самым горизонтом — обычно утром с 6.30 до 8 и вечером между 18 и 20 часами. Кроме того, они не имеют ни малейших возражений против присутствия зрителей и позволяют тем наблюдать, сколько им хочется. Этим дикие собаки выгодно отличаются от других хищников.

Во время дневной жары они предпочитают отлеживаться в своих прохладных логовах, под землей. Не думаю, чтобы они утруждали себя рытьем этих нор, скорее всего они выгоняют из них прежних хозяев, например бородавочников, и затем уже располагаются сами с полным комфортом. Иногда же вся свора нежится в тени какого-либо одинокого дерева. Когда кто-то из своры почувствует голод, он поднимается, подходит поочередно к остальным собратам и старается толчками побудить их подняться и следовать за ним в направлении пасущегося недалеко стада газелей Томсона или Гранта. Если же не удастся поднять всю свору, то отдельные энтузиасты покорно возвращаются на свои места — в одиночку никто из них не охотится.

Преследуя дичь, африканские дикие собаки руководствуются одним лишь зрением. Обонянием они при этом почти не пользуются, оставляя безо всякого внимания направление ветра и не прячась за какими-либо прикрытиями, как это делают львы или леопарды. Свора обычно бежит размеренной рысцой мимо пасущегося стада, всем своим видом показывая, что держит свой путь совсем в другом направлении, и в то же время стараясь приблизиться настолько это возможно к намеченной жертве. Если та замечает их маневры и пускается наутек, не подпустив собак ближе чем на 300 м, они никогда не утруждают себя погоней, а намечают другую жертву. Если же расстояние между хищниками и жертвой становится подходящим, одна или две-три собаки (это может быть матерая сука) с быстротой молнии бросаются в погоню, развивая скорость до 55 км/час. Несколько километров они могут нестись с этой скоростью, затем сдают. Настигнув жертву, ее обычно хватают за ногу или за брюхо, после чего она сразу же оседает на задние ноги, и тогда уже вся свора дружно набрасывается на нее и буквально молниеносно разрывает на куски.

Разумеется, зрелище это отнюдь не эстетическое, когда у живого еще животного вырывают внутренности, а оно тщетно пытается защищаться ударами рогов... Однако здесь надо помнить, что у диких собак нет мощных лап с когтями, как у леопардов и львов, которыми они хватают свою жертву, сразу же ломая ей позвоночник —



Поскольку дикие собаки ориентируются в основном при помощи зрения, а не обоняния, они никогда не охотятся ночью, а только днем — на рассвете и перед закатом

там операция умерщвления действительно происходит мгновенно. Что же касается гиеновых собак, то они могут охотиться только так и не иначе. Однако и у них охота длится обычно не более трех — пяти минут, а у жертвы бывает мало шансов уцелеть. Из 28 таких охот, которые нам удалось наблюдать, 25 были успешными. Дикие собаки всегда добывают себе пищу сами, а не подбирают остатки чужой трапезы, как это зачастую практикует... царь зверей — лев.

Каждый хищник обычно старается выбрать себе в качестве жертвы животное помельче себя или в лучшем случае своего роста, чтобы с ним как можно легче было справиться. Только в тех случаях, когда голод становится совсем нестерпимым, хищник отваживается напасть на более сильного противника. Поэтому более двух третей жертв диких собак в кратере Нгоронгоро и в степях Серенгети составляют маленькие газели Томсона, а у больших антилоп нападению подвергаются, как правило, только молодняк или больные, слабые особи.

В Южной Африке, однако, где живности становится все меньше и меньше, замечено, что гиеновые собаки все чаще преследуют более крупную дичь. Впрочем, и сами собаки там крупней и сильнее, чем в Восточной Африке.

Б. С. Райт, работая в западных районах Серенгети, выяснил, сколько дичи убивают дикие собаки. Оказалось, что на каждый килограмм живого веса собаки приходится ежедневно 0,15 кг добычи. Львы потребляют от 0,11 до 0,13 кг мяса на 1 кг своего живого веса. Наблюдаемая Б. С. Райтом свора собак зарезала за год 281 животное, почти исключительно газелей Томсона. Две трети животных составляли взрослые козлы. Объясняется это, по всей вероятности, тем, что эти козлы обычно пасутся отдельно от стада, занимая «свой» самостоятельный участок.

В воду или... к людям

У антилопы, за которой гонятся эти пятнистые, большеухие охотники, как уже говорилось, мало шансов уйти. Впрочем, есть все же две возможности спастись: броситься в воду или прибегнуть еще к одному способу, на который в своем отчаянии решаются некоторые преследуемые копытные. Как это ни невероятно и ни удивительно, но они бегут к людям, ища спасения у них. Спасение в воде чревато другими опасностями: может схватить крокодил, но разве в такой момент думают об этом? Собаки, как правило, не преследуют свою жертву в воде — они добегают до берега и останавливаются. Однако случается и так, как наблюдал П. Стефенсон в парке Микуми, в Танзании: дикая собака бросилась вплавь за самцом импалы и преследовала его до другого берега. И только испугавшись греющихся там на солнце бегемотов, сочла благоразумным убраться во свояси. Одна из посетительниц национальных парков Кении наблюдала с балкона «Три-топс-отеля», как из леса на полном скаку вылетел водяной козел и с размаху кинулся в воду. Его преследовала стая из двенадцати диких собак. Некоторые из них пробовали зайти в воду, но вскоре бросили эту затею. Козел, дрожа всем телом, продолжал еще некоторое время стоять по брюхо в воде, а затем потихоньку двинулся к берегу. Однако, увидев, что часть собак еще находится поблизости, он быстро повернулся и снова забежал в воду, откуда стал угрожать им рогами. И только окончательно убедившись, что собаки ушли, козел рискнул вернуться в лес.

Второй способ спасения, несмотря на всю свою невероятность, применяется преследуемыми животными не так уж редко. Лично я знаю больше десятка подобных случаев. Так, в одном из резерватов Замбии к домику лесничего прибежал молодой самец куду и рухнул у

ног человека на землю. Он был весь в пене от напряжения и быстрого бега. Свора диких собак окружила лесничего и на расстоянии 20 м улеглась на землю в ожидании, что он уйдет. И только когда лесничий стал швырять в них комьями земли, они с большой неохотой, лая и визжа, удалились. Куду лежал еще некоторое время рядом с человеком, потом встал и побрел в другую сторону. Вскоре он скрылся в высоких зарослях лагуны.

В районе Мбарара (Уганда) к лесничему Картуа Лоронгве прибежал громко кричащий самец лошадиной антилопы, преследуемый шестью дикими собаками. Одна из них висела на хвосте животного, крепко вцепившись в него зубами. Когда лесничий застрелил эту собаку, в хвост несчастной жертвы мгновенно вцепилась другая. Лесничему пришлось застрелить еще трех собак, чтобы заставить остальных уйти. Лошадиная антилопа в изнеможении стояла еще некоторое время возле человека и, только когда отдышалась, ушла. В парке Киву водяной козел забежал в группу посетителей парка, спасаясь от преследования диких собак. Однако те его настигли даже здесь и разорвали на глазах у испуганных туристов. Подобная же участь постигла небольшую антилопу-редунку (ридбок), пытавшуюся спасти возле группы людей. Другая взрослая лошадиная антилопа в Замбии забежала во двор дома Р. А. Кричли и пробыла там шесть дней, залечивая свои раны и восстанавливая душевное равновесие.

Мне самому во время моего пребывания в Серенгети, близ Серонеры, приходилось видеть, как гиеновые собаки настигали и разрывали свою жертву чуть ли не под колесами моего автомобиля. Другой раз я имел возможность от начала до конца проследить охоту своры, состоящей из четырнадцати взрослых и девяти молодых собак. Все происходило следующим образом: свора мирно отдыхала под деревом. Невдалеке, примерно в 800 м, паслось стадо гну, состоящее из 40 голов. Вдруг две крупные собаки, как по команде, поднялись и неспеша затрусили по направлению к стаду. Завидя это, поднялись на ноги и остальные и на расстоянии 200 м последовали за первыми. Когда по дороге к ним попыталась присоединиться большая гиена, одна из собак бросилась к ней, отогнала и укусила за ногу. Гиена опрокинулась на спину, закричала, но не оказала никакого сопротивления. Когда между стадом и собаками оставалось не больше 400 м, собаки внезапно рванулись с места и на полной скорости врезались в самую середину стада. Застигнутые врасплох, гну бросились врассыпную, поднимая своими копытами тучу пыли, которая словно занавесом закрыла все происходящее. Когда пыль немного осела, мы увидели, что все стадо гну разбилось на небольшие группы, которые стояли кружками, хвостами внутрь, а рогами наружу, охраняя находившихся посередине телят. Время от времени кто-нибудь из гну делал угрожающие выпады в сторону своры, которая прибыла теперь уже в полном составе. Собаки увертывались от рогов, заняв выжидательную по-

зицию. И тут у какого-то теленка сдали нервы: он вырвался из круга и пустился наутек. В одно мгновение он был настигнут и растерзан. После этого происшествия стадо снова рассыпалось по пастбищу, а дикие собаки, утолив голод, затрусили своей дорогой.

Если во время охоты какая-либо из собак отстала и потеряла свою свору, она опускает голову низко к самой земле и издает протяжный вой. Затем она поднимает голову и прислушивается. Обычно в таких случаях уже через пять минут появляется вся свора и радостно приветствует заблудившуюся товарку.

За мясо не дерутся — его «выпрашивают»

Исследователь диких собак В. Кюне в течение долгих месяцев прожил в зарешеченном автомобиле, на котором разъезжал по Серенгети и ночевал в степи, чтобы беспрепятственно наблюдать за взаимоотношениями и повадками диких собак. Выяснились довольно удивительные вещи, подтвержденные более поздними наблюдениями биологов Е. Эстеса и Дж. Годдарда.

В отличие от волков, кур, лошадей и других общественных животных, у гиеновых собак нет настоящих вожakov стаи, нет и субординации в стае. Никто никого не запугивает, не старается подчинить себе другого. Наоборот, если какой-либо из собак надо чего-то добиться от другой — например, выпросить кусок мяса или чтобы ее куда-то проводили, она приседает перед другой на задние лапы, прижимает уши, придает себе очень униженный, просящий вид. И, как правило, отказа в таких случаях не бывает. Если собаки на некоторое время расстались или после сна встречаются вновь, то лижут друг другу морды, засовывают свой нос в угол рта другого. При этом тоже приседают к земле, стараются съжаться и показаться как можно меньше. Таким же способом, «попрошайничая» удается молодняку и слабым особям получать свою долю из добычи. Вернувшись с охоты взрослые собаки отгрызают для них мясо, стоит тем только сунуть свой нос в угол их рта...

Демонстративное поведение у диких собак

Жизнь любого вида животных невозможно полностью изучить в условиях неволи, когда животное томится за решеткой, и в то же время в естественных условиях трудно, а порой и невозможно уследить за всей жизнедеятельностью того или иного зверя: он прячется от человека, норы его вырыты глубоко под землей и охотится он тоже далеко от логова.

Кое-что из повадок диких собак удалось изучить именно в условиях зоопарка. Так К. Е. Каде, директор зоопарка в Найроби, однажды получил взрослого самца дикой собаки и поместил его в загон по соседству с молодняком диких собак. Спустя некоторое время ре-



Диким собакам выгоднее жить и охотиться большими стаями (до 30 особей), потому что им приходится защищать свою добычу от гиен.



Дикие собаки очень неохотно заходят в воду. Этим пользуются многие антилопы, спасаясь от погони.



В последние годы зоологи изучают биологию и поведение африканских диких собак, безжалостно истребляемых в течение 150 лет, поскольку не знали их подлинного образа жизни и роли в биоценозах восточно-африканских саванн. Теперь картина изменилась: дикие собаки предстали в совершенно ином свете.



Здесь запечатлен момент охоты диких собак, когда они пытаются отбить теленка гну от самки. На взрослых гну они не решаются нападать, а довольствуются обычно молодняком.

шили пустить одного из молодых в загон к взрослому самцу. Весь персонал зоопарка с волнением и опаской следил за тем, как произойдет эта встреча. Она была весьма симптоматичной. Взрослый самец, увидев молодого, бросился к нему со всех ног с явно агрессивными намерениями. Однако тот прижался к земле, поднял голову и жалобно заскулил совершенно необычным образом — К. Е. Каде никогда прежде не приходилось слышать, чтобы эти собаки издавали подобные звуки. Такая специфическая форма поведения мгновенно охладила пыл разъяренного самца, он «затормозил» перед пришельцем, обнюхал его... и не тронул. Та же картина повторялась каждый раз, когда к взрослому самцу запускали щенят. Только однажды, когда щенок не заметил приближающегося самца и не продемонстрировал заблаговременно подобающей формы поведения, он был укушен. Однако, когда он тут же застыл на месте и заскулил жалобным голосом, старый самец мгновенно успокоился и отошел от него, не причинив ему больше вреда. Отсюда, видимо, и «лояльное» отношение гиеновых собак к своим калекам и больным. Те, как правило, следуют на некотором расстоянии за сворой, добиваются до добычи позже всех, однако им милостиво разрешается взять свою порцию.

Заботливые отцы семейства

Итак, запущенные в общий загон молодые дикие собака и старый самец образовали общую свору, состоящую из трех самцов и трех самок. Когда в феврале пришла пора спаривания, одна из самок спарилась со старым самцом, в то время как никто из ее братьев не обратил на нее никакого внимания. Парочка стала держаться отдельно от всех остальных. Бывает ли так и на воле? Отделяются ли брачующиеся пары от всей своры? Это пока неизвестно.

Когда уже стало ясно, что самка беременна, ее отсадили в соседний загон. Однако она так волновалась, так рвалась к своему супругу, что пришлось пустить его к ней. Однако, боясь, что самец сожрет свое потомство, его перед самыми родами снова отсадили от самки. Спустя два дня после родов самка схватила за шиворот одного из щенят и начала упорно таскать его взад и вперед вдоль загородки, за которой сидел самец. Стало ясно, что щенок долго не выдержит подобного обращения и поэтому срочно надо было принять какое-нибудь решение. Боясь соединить роженицу со всей сворой, решили попробовать пустить к ней одного лишь самца. Ко всеобщему удивлению, самка тотчас притащила к нему щенка и он с интересом стал его обнюхивать. Вечером можно было наблюдать великолепную семейную картину: самка со щенятами лежала в своем утепленном ящике, а рядом, положив на его край голову, уютно расположился самец.

Как показали наблюдения на воле, любой член своры

может взять на себя самые разнообразные обязанности, вплоть до выкармливания щенят. Ведь отгрыгнутым мясом кормят молодых все собаки из своры, включая самцов. Группа, за которой в 1964 г. вел наблюдения В. Кюне, состояла из шести самцов и двух самок. У одной самки было 11 трехнедельных щенят, помет второй находился еще в логове. Вернувшись после удачной охоты, самцы каждый раз отгрыгивали попрошайничавшим щенкам свежее мясо и тем же способом угощали самок и оставшихся их охранять сторожей. Перед тем как отправиться на новую охоту, собаки каждый раз устраивали нечто вроде ритуального танца, во время которого они бежали друг вокруг друга с прижатыми ушами и вытянутыми вперед носами, падали в экстазе на землю и болтали в воздухе ногами. При этом они издавали кричащие и верещащие звуки. Подобные звуки они издают вообще при любом возбуждении, при встрече, во время преследования и пожирания добычи. Когда они чем-нибудь напуганы, они издают короткий и глухой лай.

Пять «мужчин» сообща вырастили сирот

Свора, которая на протяжении всего года держалась в кратере Нгоронгоро, состояла из пяти самцов и одной самки. Собаки систематически совершали вылазки за пределы кратера, но каждый раз снова возвращались к своему логову. Поскольку все они были мечеными (на ушах у них имелись специальные надрезы), отличить их от других диких собак не составляло никакого труда. В конце февраля единственная самка в своре ощенилась девятью щенками. К сожалению, и среди щенят оказалась только одна самочка. По неизвестным причинам кормящая самка вскоре подохла у себя в норе. Биолог Дж. Годдард наблюдал, как один из самцов вытаскивал зубами из норы ее труп, окруженный возмущенными щенятами, пытающимися еще добиться от нее молока. Свора, в которой теперь оставались одни самцы, все же сумела вырастить осиротевших щенят, регулярно отгрыгивая для них мясо. Отправляясь на охоту, взрослые самцы непременно оставляли кого-нибудь одного сторожить малышей. Как только охотники возвращались, притаившиеся до того времени в норе щенки выбегали им навстречу и совали свои носы в уголок рта каждого самца. И те моментально отгрыгивали причитающуюся им порцию. Вскоре подросшие щенята начали уже увязываться за взрослыми на охоту. Однако далеко не все сумели выдержать тяготы «походной жизни», и к концу года из девяти щенят оставалось только четыре. К сожалению, погибла и единственная самочка. Молодняку приходилось иногда по три километра плестись за сворой и, когда они добивались до добычи, им уже мало что перепало. Время от времени еще кто-нибудь из взрослых самцов, сжавшись, отгрыгивал для них немного мяса, но это случалось все реже и реже: подросшие дети сами обязаны добывать себе пропитание.



Дикие собаки никогда не дерутся между собой из-за мяса. Они обычно стараются «выпросить» друг у друга кусок, принимая самые «подталымские» позы, приседая, прижав уши к голове и повизгивая

Общение с человеком

С дикими собаками при желании можно и подружиться (если у кого-нибудь возникнет такое желание). Сами же они не ищут общения с человеком, но и не убегают от него — попросту стараются держаться от него подальше: мало ли что может прийти в голову этим хитроумным двуногим! Отдельные любители ближе познакомиться с дикими собаками достигали довольно успешных результатов. Так, Р. А. Кричли набрел в июне на семейство диких собак, мирно греющееся на солнце перед своим логовом. Щенята весело резвились и дрались между собой, а самка с удовольствием приняла в дар брошенный ей кусок мяса. Самец же, растянувшийся на земле в 25 м от норы, даже не шевельнулся. Во время последующих визитов самка уже издали начинала вилять хвостом, как только замечала приближающийся вездеход Кричли. Однако, если подачка падала далеко от норы, собака разыскивала ее с трудом, из чего можно заключить, что у этих животных не слишком хорошо развито обоняние.

Знаменитая охотница и фермерша Маргарита Траппе, хозяйничавшая до первой мировой войны на ферме в кратере Нгоронгоро, однажды, охотясь со своей сворой охотничьих собак, случайно наткнулась на большую стаю диких собак. Встреча протекала весьма дружелюбно: домашние и дикие собаки, смешавшись в общую стаю, с любопытством обнюхивали друг друга, виляли хвостами и не проявляли ни малейшего желания подраться. После всяческих взаимных приветствий своры снова разделились и каждая пошла своей дорогой. Госпожа Траппе после этого случая решила взять на воспитание

щенят дикой собаки. Из девяти взятых ею щенков пятеро погибло на другой же день. Из оставшихся четырех двое были подарены английскому полицейскому офицеру, жившему в Аруше. В его доме дикие собаки выросли совершенно ручными и свободно разгуливали по городу. Однако из-за того, что они частенько крали кур, а при случае хватали прохожих за ноги, их пришлось посадить на цепь. Что же касается двух щенят, оставшихся у госпожи Траппе, то они чинно расхаживали на поводке рядом с нею и ее детьми.

По некоторым наблюдениям, эти животные обладают недюжинной хитростью, вроде лисиц. Когда один исследователь попытался поднять замертво упавшую дикую собаку, намереваясь снять с нее шкуру, чтобы изготовить чучело, она проворно вскочила и убежала — оказывается, собака только притворилась мертвой.

Как мало внимания обращают дикие собаки на людей, можно проиллюстрировать на происшествии, приключившемся недавно в Микуми-парке, в Танзании. В 7 часов утра, когда возле административного корпуса собирается весь обслуживающий персонал парка для распределения заданий, в лагерь ворвалась стая из 35 диких собак, которые с визгом и воем начали носиться между машинами и постройками, не обращая ни малейшего внимания на присутствие людей. Между собаками шла какая-то дикая драка — одни догоняли других, другие удирали, и все это сопровождалось страшным разноголосым визгом и лаем. Вся эта сумятица длилась не больше трех минут, потом часть собак убежала в одну сторону, а часть — в другую. Как уда-

лось выяснить, две своры собак подрались из-за антилопы импала, за которой охотились и те и другие.

Дикие собаки совершают восхождение на Килиманджаро

И все же известны случаи, когда дикие собаки неожиданно проявляли повышенный интерес к людям, более того, пускались вслед за ними в рискованные предприятия. Так однажды группа из пяти диких собак увязалась за альпинистами, совершающими восхождение на вершину Килиманджаро. Когда люди покидали места кратковременных привалов, собаки жадно вылизывали консервные банки, подбирали колбасные шкурки... Однако трудно предположить, что ради такой скудной добычи они решились на столь рискованное восхождение. Вот как впоследствии описывали альпинисты этот странный случай.

«Когда мы приступили к последнему, наиболее трудоемкому отрезку нашего восхождения, занимавшему полкилометра, которые мы должны были преодолеть за полчаса, то, к своему удивлению, увидели ту же группу гиеновых собак, следовавших за нами по кромке ледника. Они без труда обогнали нас и сидели в ожидании, когда мы, наконец, вскарабкаемся наверх. Нам это показалось даже в какой-то степени оскорбительным. Судя по их следам, они несколько раз пересекали наш путь и посетили даже сам кратер. При этом следует учесть, что в это время снежный покров кратера и склонов вершины Килиманджаро наиболее глубок, так что менее подходящее место для пребывания диких собак даже трудно придумать. Достигнув вершины (6300 м над ур. м.), мы принялись откапывать книгу для записей альпинистов, которая вмерзла в лед, и достать ее оказалось делом отнюдь нелегким. А дикие собаки уселись напротив, на леднике, всего в нескольких сотнях метров от нас и на той же высоте, словно подчеркивая всем своим видом, что подобное восхождение, которое у нас вымотало все силы, для них совершеннейший пустяк. С неослабным интересом следили они за каждым нашим движением, и только когда мы пустились в обратный путь, собаки внезапно исчезли за кромкой ледника. Однако появление их не было наваждением: собак несколько раз удалось сфотографировать на снегу вершины Килиманджаро»¹.

Взаимоотношения с другими животными

Взрослые гну, а тем более зебры, нисколько не боятся диких собак, и при их приближении сами грозно направляются им навстречу. Но иногда нахальство этих созданий переходит все границы. Так, зарегистрирован случай, когда в Катве на берегу оз. Эдуард свора диких собак окружила бегемота и не пускала его в во-

ду. Отдельные собаки подпрыгивали, стараясь укусить его за морду и ноги. Лишь заметив, что за ними наблюдают, они оставили толстокожего великана в покое, и тот стремглав кинулся к спасительной воде. В другой раз дикие собаки окружили двух слонов и настолько вывели тех из равновесия, что лесные властелины, подняв свои хоботы, затрубили и начали трусливо, задом, отступать в лес.

По-разному складываются взаимоотношения у диких собак с гиенами. Гиены предпочитают держаться где-нибудь поблизости от диких собак и увязываются вслед за ними, когда те отправляются на охоту. В случае, если гиен больше, они собак просто отгоняют от добычи. Поэтому в кратере Нгоронгоро, где обитает примерно 420 пятнистых гиен, дикие собаки вынуждены собираться для охоты в большие стаи, иначе гиены у них постоянно будут отнимать добычу. Зачастую можно наблюдать такую картину: дикие собаки загоняют свою жертву, а гиены стоят поодаль и терпеливо ждут развязки. Как только собаки повалят жертву на землю, гиены мгновенно подбегают и, прогнав охотников, принимаются за трапезу. Но тут подтягивается подкрепление в виде отставшей части своры и, воспользовавшись своим численным превосходством, «законные владельцы» отгоняют «узурпаторов» от добычи.

Когда дикие собаки отдыхают, гиены зачастую стараются их разбудить, побуждая к охоте. Если гиены становятся слишком навязчивыми, собаки могут на них и наброситься. Но обычно гиена не принимает боя: она либо садится тут же на землю, огрызаясь и щелкая зубами через плечо, либо валится на спину и сдаётся. Удивительно, что гиены никогда не стараются спрятаться в свою нору, а охотней скрываются в густом прибрежном кустарнике, куда собаки за ними никогда не следуют.

Однако, чувствуя свое численное превосходство, гиены становятся смелее. Так, когда однажды четыре диких собаки схватили молодую гиену, одиннадцать ее сородичей подоспели на помощь и отбили ее у собак. Тем не менее не зарегистрирован ни один случай, чтобы дикие собаки убили гиену или даже нанесли ей серьезные увечья.

Ареал гиеновых собак за последние тысячелетия сильно сократился. Их изображения можно найти еще на фресках древнего Египта (3000 лет до н. э.). Следовательно, в те времена они еще обитали в Северном Египте, тогда как теперь северная граница их обитания находится в Судане. Вместе с ними из Северного и Среднего Египта исчезла и другая фауна, характерная прежде для этих мест, — слоны, буйволы, жирафы и носороги.

УДК 599.742.6

Перевод с немецкого
Е. А. Геевской

¹ «Das Tier», 1962, № 12.

Ископаемая метеорная пыль

При исследовании магнитной фракции кембрийских песчаников Эстонии, взятых из скважины с глубины 324—326 м, была обнаружена метеорная пыль¹, имеющая форму блестящих

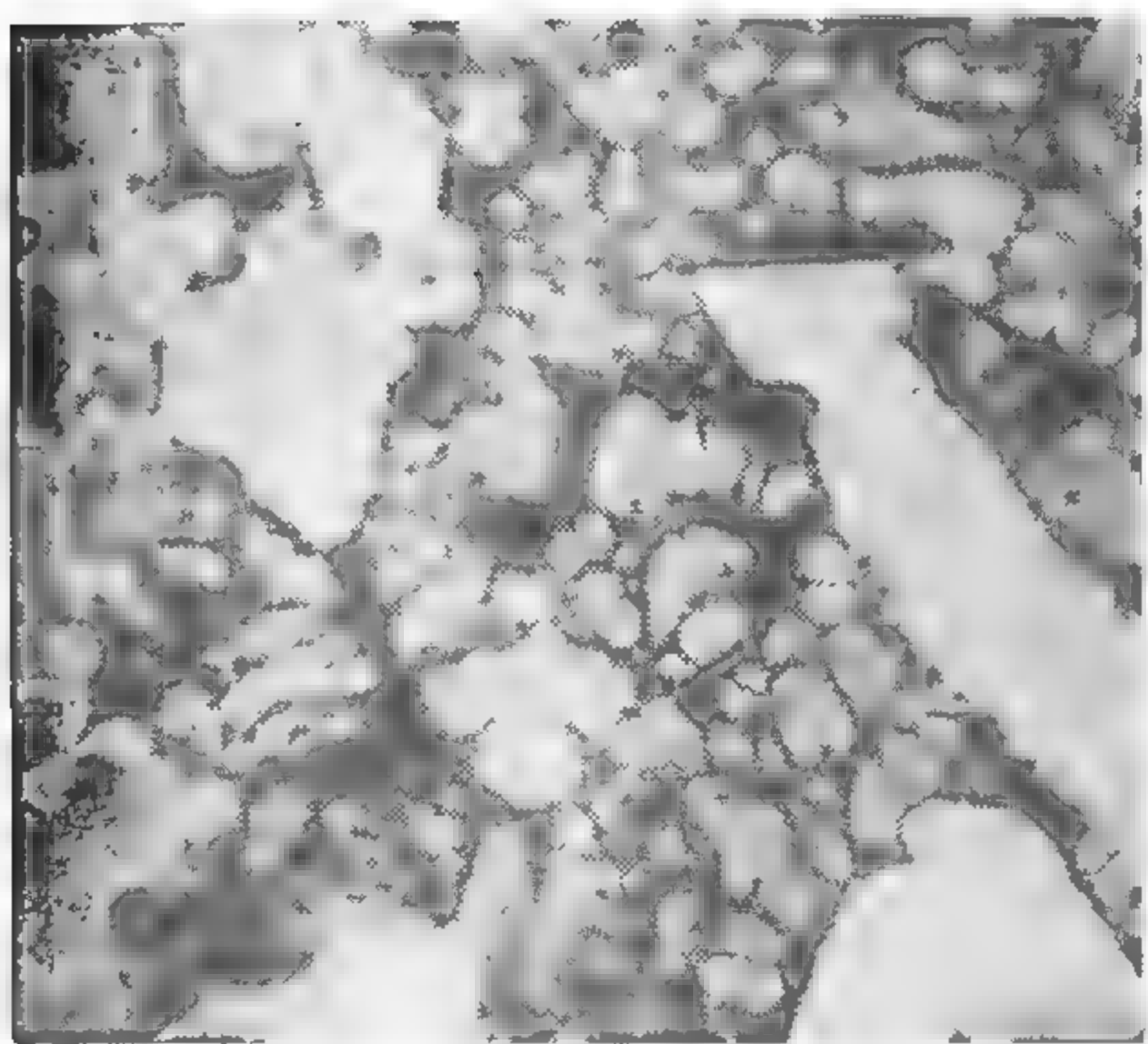
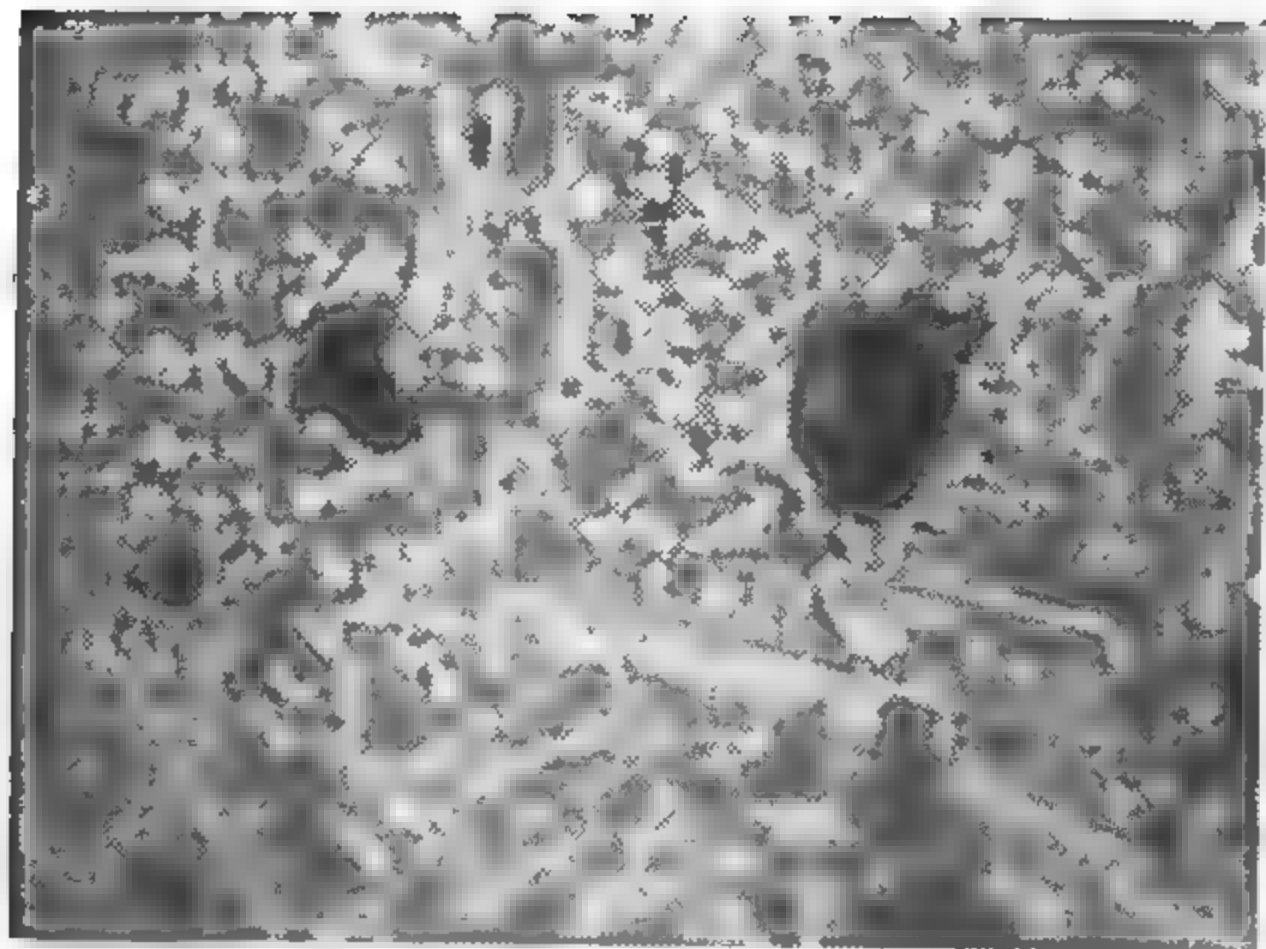


Рис. 1,2. Микрофотографии метеорной пыли в кембрийских песчаниках Эстонии

¹ Г. А. Вийдинг. Метеорная пыль в низах кембрийских песчаников Эстонии. «Метеоритика», вып. 26, 1965.

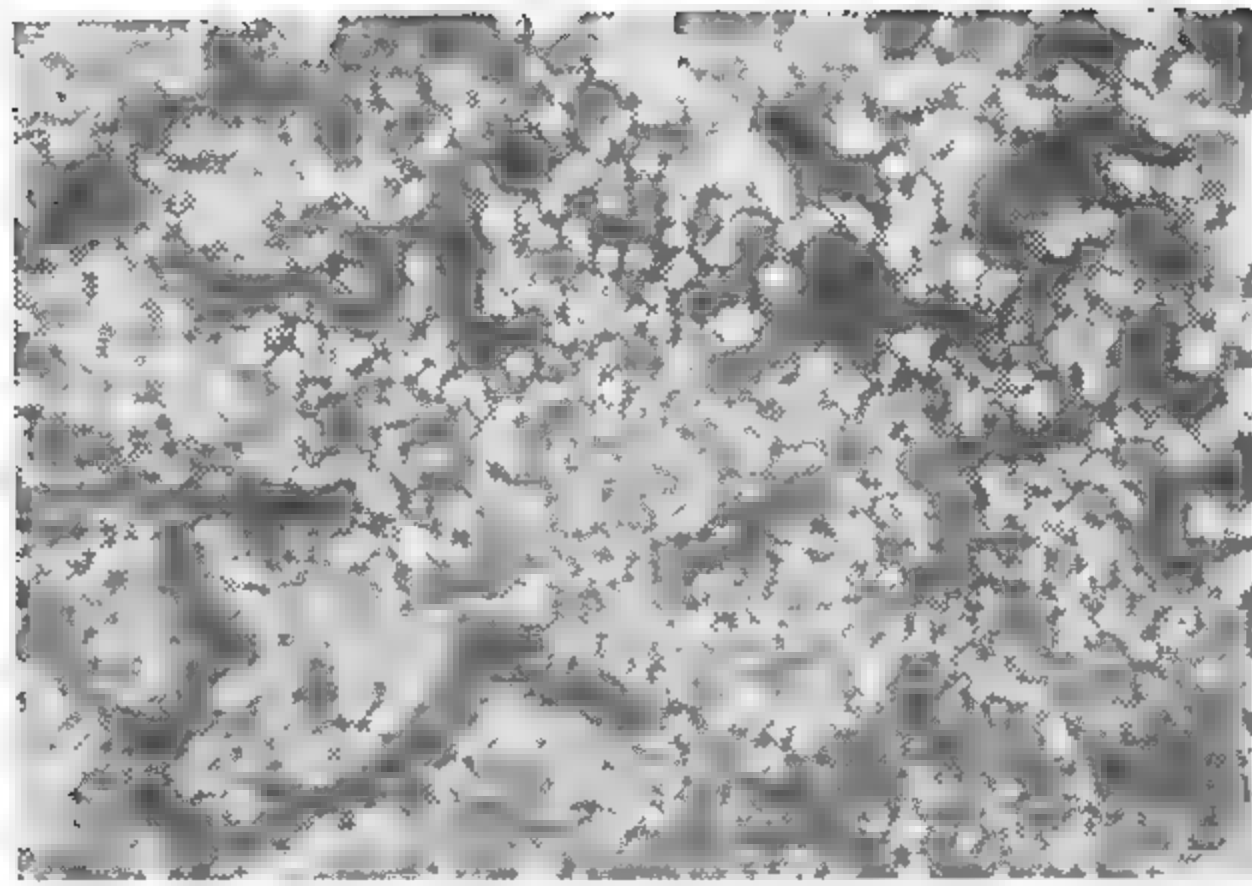


Рис. 3. Состав ископаемой метеорной пыли аналогичен современной метеорной пыли Тунгусского падения

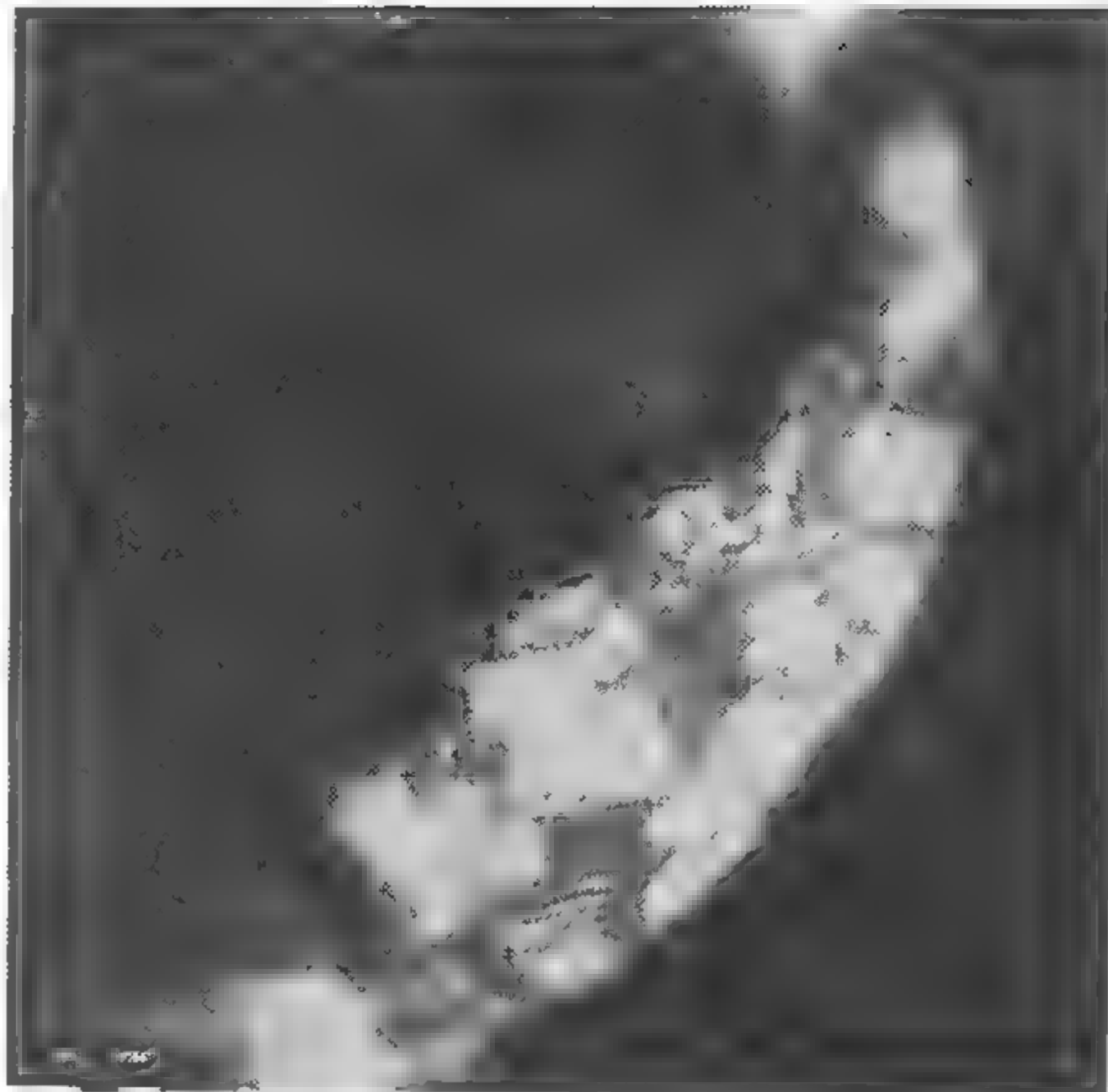


Рис. 4. Метеорная пыль из сальвинитовой толщи пермских отложений

шариков и чешуйчато-скорлуповатых зерен размером в сотые и десятые доли миллиметра. Они состоят из минералов магнетита, иоцита и силикатного вещества. Магнетит образует мелкие изометрические зерна, иногда — оригинальные скелетные кристаллы (дендриты), включенные в

силикаты (рис. 1, 2). Частицы метеорной пыли кембрийского возраста по своему составу аналогичны современной метеорной пыли Тунгусского падения (рис. 3). Одновременно автором была обнаружена метеорная пыль в магнитной фракции, взятой из сальвинитовой толщи пермских отложений Урала. Частицы этой пыли имеют форму изометрических оплавленных зерен и обломков сферических стенок пустотелых шариков. Они состоят из силикатного вещества, в котором находятся скелетные кристаллы магнетита (рис. 4). Встречаются также обломки пустотелых шариков, состоящих из магнетита и иоцита.

И. А. Юдин

Кандидат геолого-минералогических наук
Свердловск

Обитатели подземного города

Еще совсем недавно, в конце прошлого и начале этого столетия, кочевые народы Средней Азии зимовали в сюмах (пещерообразных углублениях в толще лёссовых обрывов по берегам рек или на склонах холмов в предгорьях). Эти своеобразные дома-норы, теперь уже брошенные, можно встретить по берегам Мургаба в Туркмении, по Сурхандарье и Кашкадарье на юге Узбекистана.

Особенно много сюмов сохранилось по берегу Акдарьи (правый приток

Зеравшана) у кишлака Метань. Там когда-то был подземный город, в котором у сандалов ютились люди, а рядом ржали лошади и блеяли овцы; на протяжении 3 км еще и сейчас сохранилось более 300 искусственных пещер. Раньше же их было, по крайней мере, втрое больше, о чем легко догадаться по следам обвалов и едва заметным засыпанным входам.

Вырытая людьми земля образовала своеобразную надпойменную террасу, которая тянется в виде узкой трех-пятиметровой полосы вдоль вертикального лёссового обрыва, возвышаясь метров на шесть над поймой.

Весной на этой террасе пасутся многочисленные черепахи, ползают желтопузики. В мае трава выгорает, черепахи и желтопузики исчезают, а вместо них появляются быстрые ящурки. Изредка можно встретить разноцветного и поперечнополосатого полозов.

Различаются два типа подземных сооружений. Одни неглубокие, по форме похожие на юрту — это жилые помещения. Другие значительно крупнее, длиной до 15—30 м и шириной до 6—7 м. В конце такого сооружения имеется вертикальный колодец для вентиляции. Такие пещеры служили для загона мелкого и крупного рогатого скота, лошадей, а также для хранения зерна и т. д. Иногда из таких сооружений узкий проход ведет во вторую юртообразную пещеру, расположенную на один-полтора метра выше. Там хранили фураж.

Пещеры находят свое применение и в наши дни. В период полуденного зноя пастухи загоняют туда овец. Однако основными обитателями сюмов стали различные дикие животные. В трещинах стен живут многочисленные туркестанские гекконы. На сводах потолков гнездятся рыжепоясничные ласточки. В светлых частях пещер, недалеко от входа, строят свои гнезда домовые воробьи, а на ступеньках вертикальных колодцев нередко можно найти гнездо бурого или сизого голубя.

В самых укромных углах поселяются иногда даже дикобразы и лисицы.

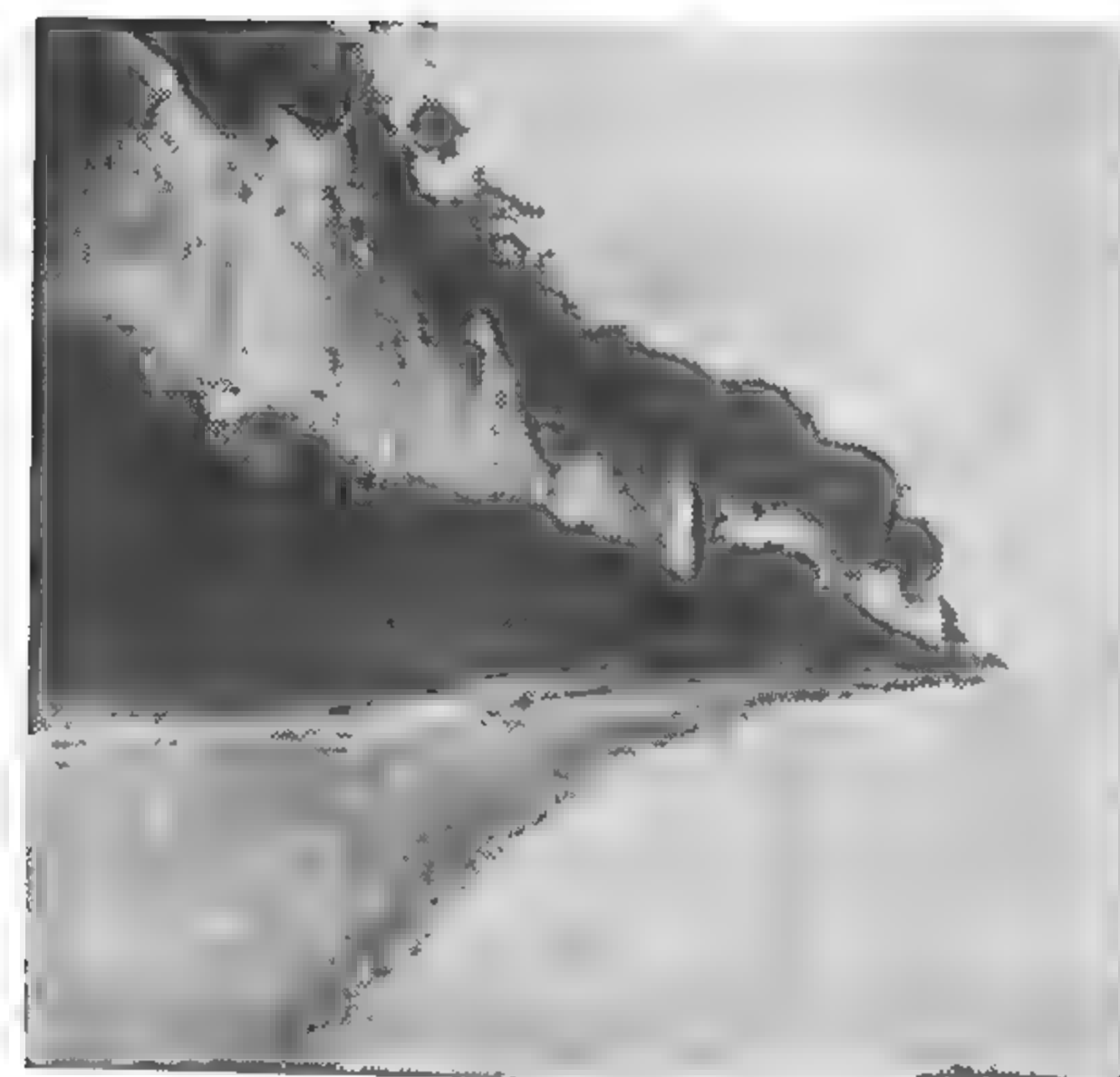
Самые постоянные обитатели сюмов — летучие мыши. Поражает обилие не только особей, но и видов. Летом почти в каждом подземелье можно найти одиночного самца остроухой ночницы, а осенью встретить группу самочек этих крупных летучих мышей. В некоторых пещерах встречаются большие колонии бухарских подковоносов, насчитывающие несколько сот особей в каждой. Среди них держатся группы небольших летучих мышей — трехцветных ночниц. Кроме них в сюмах нередко попадаются характерные синантропные виды, такие как нетопырь-карлик и поздний кожан. Один раз была найдена усатая ночница. Три последних вида летом обычно живут в домах человека и совершенно не обитают в естественных пещерах. Так что сюмы превратились в своеобразные убежища, в которых наряду с типичными обитателями пещер поселились и животные — спутники построек человека.

О. П. Богданов
Ташкент

Пемзы Курильских островов

Пемзы — это широко распространенный продукт вулканических извержений. Они образуются в заключительные стадии развития вулканов, когда извержения часто носят катастрофический характер. В этот момент обычно формируются кальдеры (циркоподобные овальные или крутые котловины с крутыми стенками) и выбрасывается большое количество рыхлого обломочного материала. Пепел, как более легкий пылевидный продукт, разносится водой и ветром на значительные расстояния, а пемза оседает вблизи вулканического очага.

Известны мощные толщи пемз в Армении, на Камчатке, а за пределами



Пемзовая толща на побережье одного из Курильских островов

СССР — в Японии, Индонезии и других странах. На Курильских островах они слагают некоторые вулканы или же образуют переотложенные толщи большой мощности. Первичная пемза встречается на о-вах Кунашир (кальдера Головнина), Уруп (вулкан Берга), Симушир (кальдеры Заварицкого и Броутона), Парамушир (вулканы Карпинского и Эбеко); переотложенные толщи известны на о-вах Кунашир, Итуруп, Симушир.

Изучение большого числа обнажений на Курилах позволило выявить особенности в деятельности различных вулканов и таким образом объяснить, как образовались те или иные разновидности пемз. Но у всех пемз много общего: они содержат значительное количество вулканического стекла, на 65—70% состоят из кремнезема, обладают высокой пористостью и легки. Пемзы — хороший строительный материал, который успешно применяется для этих целей.

О. И. Бент
Южно-Сахалинск

Природа — дома

Хомячки... вместо кошек и собак?

Во многих домах, где любят животных, появился новый маленький фаворит — золотистый хомячок. Даже люди, которые с брезгливостью и страхом относятся ко всяким «мышам» и «крысам», увидев золотистого хомячка, с удовольствием берут в руки круглое существо с блестящей шерстью и подносят его к лицу. Хомячки быстро привыкают к людям, тянутся к рукам. Эта «взаимная симпатия» нередко становится причиной того, что прежние домашние любимцы не выдерживают соперничества. Смотришь, а из аквариума, где раньше плавали меченосцы, или из клетки, где жил чиж, тарашат черные глаза золотистые хомячки.

Откуда они у нас появились? Ведь еще недавно мало кто слышал об их существовании. История знакомства человека с этим грызуном (*Mesocricetus auratus*) довольно любопытна и заслуживает того, чтобы ее рассказать.

Впервые золотистого хомячка описал английский зоолог Дж. Р. Ватерхауз в 1839 г. Он нашел хомячков в окрестностях города Алеппо в Сирии. Это был новый, ранее неизвестный в науке вид. Но... с тех пор все представители этого вида словно сквозь землю провалились. И если бы не два заспиртованных экземпляра, хранящиеся один в Лондоне, другой в Бейруте, то, пожалуй, нашлись бы зоологи, которые усомнились бы в достоверности описаний Ватерхауза.

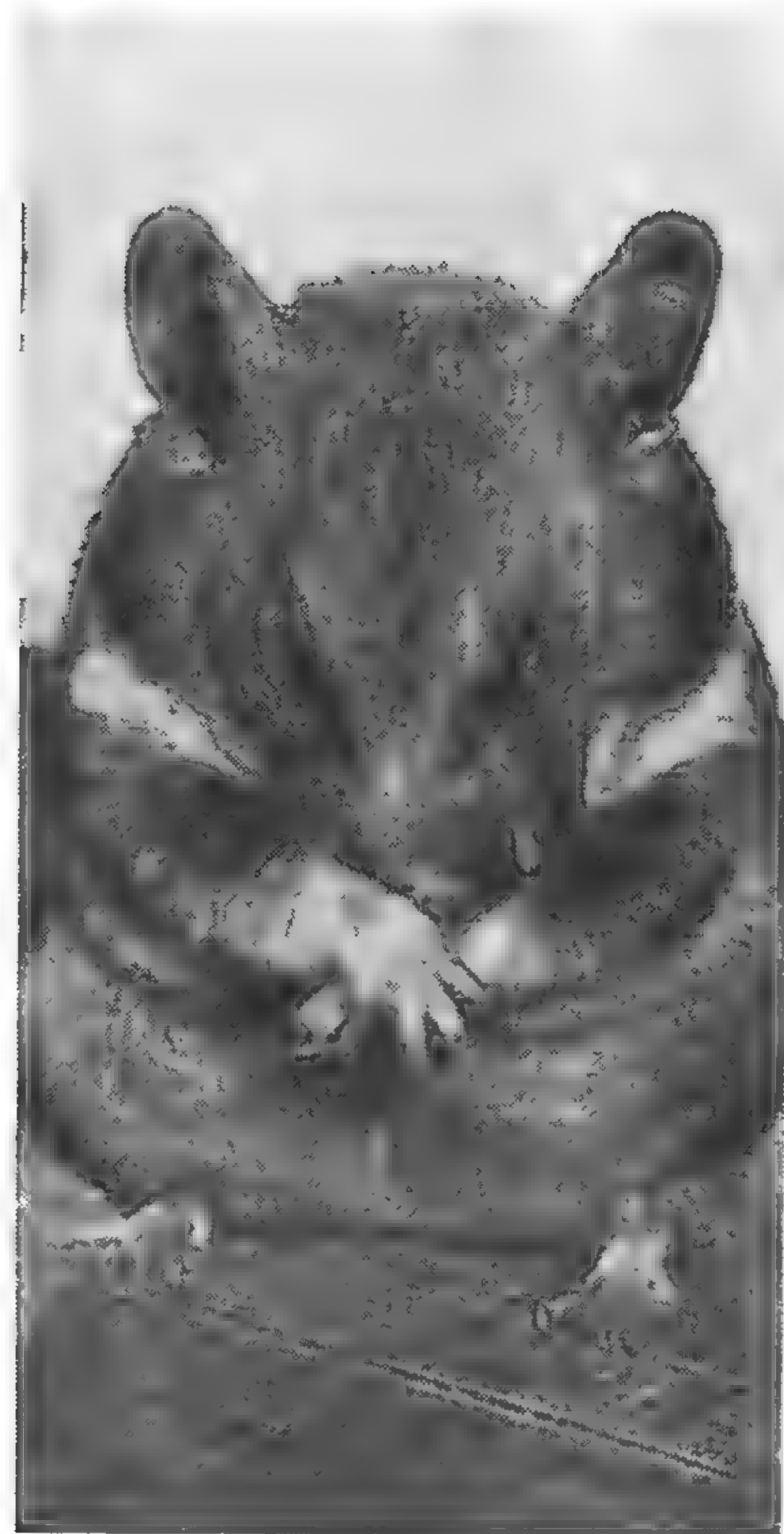
Понадобилось много времени — почти век! — чтобы удивительная находка повторилась. В 1930 г. преподаватель Иерусалимского университета зоолог И. Аарони обнаружил хомяч-

ков почти на том же месте, что и Ватерхауз. Аарони выкопал их с глубины 2,5 м. В его руки попало целое семейство: самка и двенадцать детенышей. Зоолог не стал опускать их в банку со спиртом, а посадил в клетку.

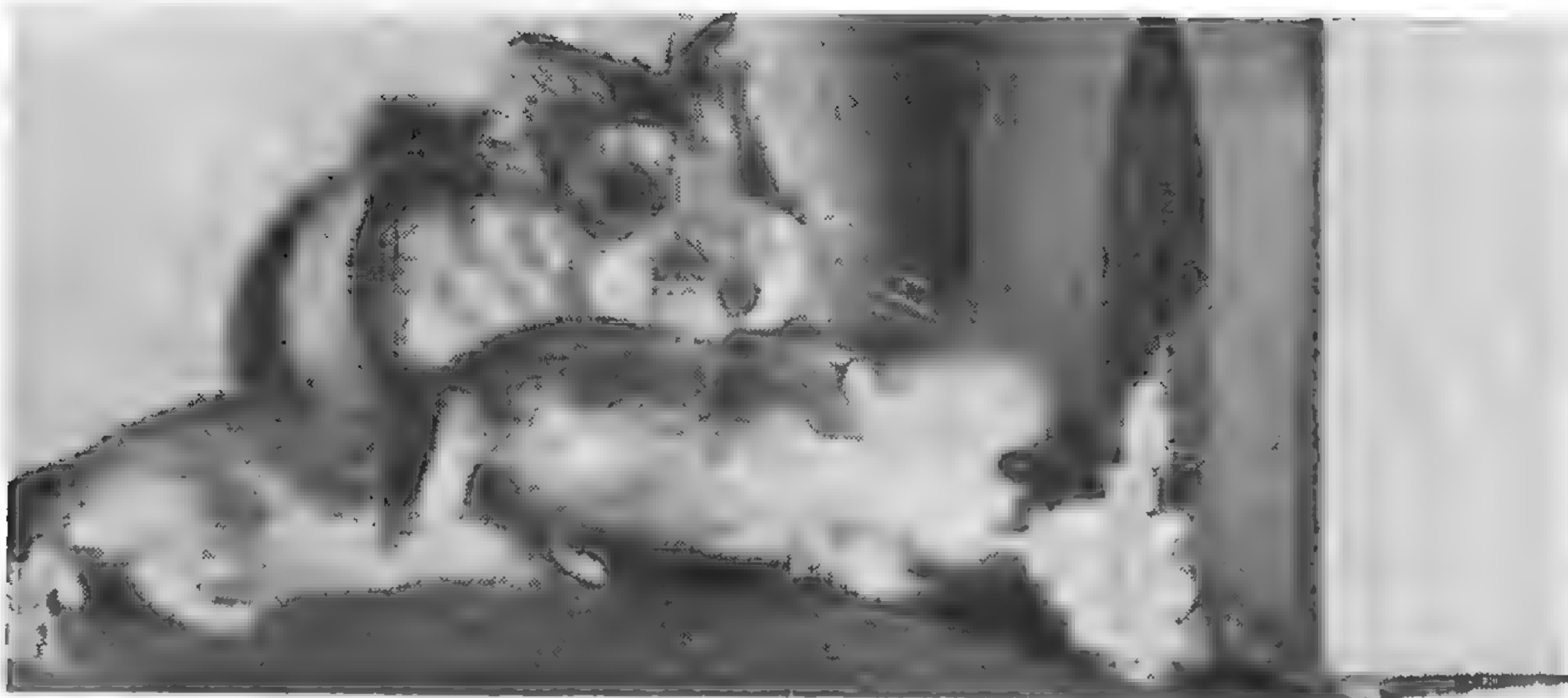
Вскоре оказалось, что золотистые хомячки обладают очень важным качеством для лабораторного животного — они легко размножаются в неволе. Уже в следующем году один самец и две самочки из второго поколения хомячков были отправлены в Англию. За несколько лет скоропелые (срок беременности 16 дней) и плодовитые животные сильно размножились, и их стали использовать для экспериментов. А в 1938 г. партия хомячков пересекла Атлантический океан и прочно обосновалась в научно-исследовательских учреждениях США. В 1945 г. американцы вместе с лабораторным оборудованием привезли в западную зону Германии и золотистых хомячков.

Золотистый хомячок привлек внимание зоологов и медиков и в нашей стране. В искусственных условиях появились и были размножены особи с обесцвеченной шерстью. Кстати говоря, их почему-то называют цветными. Любопытно, что у нас в Дагестане живут хомяки очень близкого вида (*Mesocricetus raddei*), только встречаются они гораздо чаще и в большем количестве, чем в Сирии.

На территории нашей страны живет более 20 видов хомяков. Из Казахстана и из Алтайского края зоологи и любители природы часто привозят джунгарских хомячков (*Phodopus sungorus*). Они значительно мельче золотистых, у них пепельно-серая спин-



Золотистый хомячок
Фото В. Веселовского



Джунгарские хомячки

Фото М. Львовского

ка с черным «ремешком» по хребту и белоснежное брюшко. В природе джунгарские хомячки не всегда так окрашены: в значительной части своего ареала они зимой почти полностью белеют, черной остается только полоска на спине. Но в неволе они чаще сохраняют летний наряд. Некоторые зоологи утверждают, что зимнее осветление окраски этих зверьков связано не столько с понижением температуры, сколько с изменением световых условий. Ведь большую часть холодных дней хомячок отсиживается в норе.

Оказавшись в неволе, джунгарские хомячки начинают быстро размножаться (срок беременности у них 19—21 день), но через несколько поколений потомки джунгарских хомячков становятся бесплодными. Поэтому как лабораторных животных их используют в меньшей степени, чем золотистых.

Золотистых и джунгарских хомячков дома содержат в одинаковых условиях. Хомяки могут жить в стеклянном аквариуме, в металлической клетке или в фанерном ящике с высокими стенками. Но лучше всего приготовить клетку со стеклянной стенкой и сетчатыми боковыми дверцами. В одном углу клетки нужно поставить кормушку и поилку, в другом «нору» — пустую консервную банку или ящичек с отверстием сбоку. Норным животным и в неволе нужно убежище, которое спрячет их от мнимых врагов и от избытка света. На дно клет-

ки или ящика следует положить бумагу, паклю, обрывки тряпок. Грызуны все это перетаскают в свой домик, предварительно раскрошив резцами. Скоро «нора» будет до отказа набита всякой всячиной, включая запасы продовольствия. «Продовольственный склад» у хомячков, как правило, состоит из кучки крупы и семечек, которые хомячки предварительно очищают от кожуры.

Хомячки нетребовательны к еде. Они охотно едят траву, крупу, хлеб, сырые и вареные овощи, но предпочитают, конечно, семечки. Смешно видеть, как хомячки до отказа набивают ими свои защечные мешки, отчего их морда становится вдвое круглее.

Если из «норы» послышится частый настойчивый писк, это значит, что у хомячков появилось потомство. В одном помете бывает от 3 до 12 детенышей. Хомячата рождаются голыми и слепыми. Шерстью они покрываются через шесть дней, веки их открываются через восемь дней после появления на свет.

А пройдет двадцать — тридцать дней после рождения первых детенышей — и у хомячков может появиться следующий выводок. К этому времени старших детенышей нужно перевести в другое помещение. Вскоре они и сами начнут размножаться. Такая плодовитость — защита вида от многочисленных хищников и беспощадных болезней.

М. Г. Львовский
Москва

Хомячки быстро привыкают к людям, тянутся к рукам

Фото В. Веселовского

Не забывайте, что хомяки — грызуны

Фото В. Веселовского



Премия имени С. В. Лебедева
 Премия имени И. М. Губкина
 Золотая медаль
 имени В. В. Докучаева
 Магнитное поле вокруг Венеры
 Новый метод химического
 анализа полупроводников
 Растительный источник
 стероидных гормонов
 Сердечные яды растений —
 оружие защиты бабочек
 Медеплавильне 2500 лет
 Человек в условиях невесомости
 Польские ракеты
 в верхних слоях атмосферы
 Пульсары — магнитные
 нейтронные звезды
 Новое об оптическом пульсаре
 в Крабовидной туманности
 Первая фотография
 оптического пульсара
 Сплюснутое Солнце,
 тяготение и нейтрино
 Органические реакции
 без «отходов»
 Синтез «карбонадо»
 Фитонциды пищевых
 растений
 Структура молекулы папаина
 Борьба с оспой в Африке
 Интерферон побеждает вирус
 Пожар — полезен?
 Атмосфера из ...углекислоты
 Англо-польский атлас мира

Премия имени С. В. Лебедева

Большую практическую ценность для получения искусственного каучука имеют исследования, проведенные доктором химических наук Е. И. Тиняковой, кандидатами химических наук Б. Д. Бабицким, В. А. Кормером и О. К. Шараевым. Ими разработаны новые высокоэффективные методы, позволяющие осуществить упорядоченную полимеризацию при низких температурах. Работа авторов по стереоспецифической¹ полимеризации бутадиена π -аллильными комплексами переходных металлов удостоена Президиумом АН СССР премии имени С. В. Лебедева за 1968 г.

¹ См. статью Б. А. Долгопlossка, а также статью Дж. Натта и Л. Порри в «Природе» (1963, № 5, стр. 30; 1968, № 4, стр. 38).

Премия имени И. М. Губкина

Монография «Нефтегазоносные провинции СССР» доктора геолого-минералогических наук Н. Ю. Успенской и кандидата геолого-минералогических наук З. А. Табасаранского обобщает огромный материал по распространению нефтеносных месторождений на территории нашей страны. Авторы осветили главные закономерности пространственного и

стратиграфического распространения скоплений нефти и газа, разработали основы геолого-тектонического районирования нефтегазоносных провинций и дали их принципиально новую классификацию. Приведены также сведения о геологическом строении перспективных территорий и их оценки. Авторам монографии — ценного вклада в науку по геологии нефти и газа — Президиум АН СССР присудил премию имени И. М. Губкина за 1968 г.

Золотая медаль имени В. В. Докучаева

Президиум Академии наук СССР присудил золотую медаль имени В. В. Докучаева 1969 г. доктору геолого-минералогических наук Н. А. Качинскому (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова) за работы в области теории физики почв и методы исследования физических свойств и режимов почв.

Проф. Н. А. Качинский по праву считается одним из основоположников советской агрофизической школы. Широко известны в СССР и переведены за рубежом его монографии: «Почва, ее свойства и жизнь», «Физика почвы», «Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения», «Структура почвы» и многие другие.

Автором этих работ обосновано агрономическое значение структуры почв как одного из основных факто-

ров ее плодородия, даны рекомендации по восстановлению структуры почв агротехническими методами и при помощи полимеров. Впервые применив метод комплексного изучения условий произрастания лесных пород, агротехническое и мелиоративное воздействие, Н. А. Качинский предложил посев семян древесных растений в искусственные микропонижения — как метод борьбы с засухой. В результате в трудных лесорастительных условиях были выращены полезащитные полосы. Эти разработанные им основные положения агротехники вошли в инструкцию по выращиванию полезащитных лесных полос в области полупустынь.

Магнитное поле вокруг Венеры

Научные сотрудники Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР Ш. Ш. Долгинов, Е. Г. Ерошенко и А.¹ А. Жузгов¹ проанализировали экспериментальные данные, полученные на припланетном участке траектории станции «Венера-4» на расстоянии 31 000—200 км от поверхности Венеры (большая часть траектории проходила над ее ночной стороной). Кроме того, в виде предварительного результата они сообщают об особенностях межпланетного поля в период значительной активности Солнца, наблюдаемой при полете к Венере.

Измерения проводились при помощи специального магнитометра, вынесенного на 2,2 м за пределы станции «Венера-4». Магнитограммы (кривые, характеризующие магнитное поле), полученные с борта станции, когда она находилась в межпланетном пространстве, говорят о безусловной взаимосвязи поля межпланетного пространства с геомагнитной и солнечной активностью. Эти магнитограммы позволили выявить 27-дневную повторяемость в интенсив-

ности межпланетного поля, связанную с вращением Солнца, что находится в согласии с представлением о солнечном происхождении межпланетного поля и его тесной связи с процессами, происходящими на Солнце.

Очень интересными оказались исследования магнитного поля в окрестности Венеры. Еще в 1959 г. В. Н. Жигулев и Е. А. Ромишевский теоретически предсказали, что характерная особенность взаимодействия солнечного ветра с планетами, имеющими и не имеющими собственное магнитное поле, — образование ударного фронта. По нему можно судить о наличии возмущающего действия, которое оказывают планеты на межпланетную среду при обтекании их сверхзвуковым потоком солнечного ветра. Есть основания полагать, что характер возмущения зависит от электрических свойств небесного тела (идеальный проводник, изолятор и др.).

В данном эксперименте значение магнитного поля на расстоянии от 37 тыс. до 27 тыс. км от центра планеты практически не изменялось и было равно 15 γ¹. На участке 25—23 тыс. км поле, заметно флуктуируя, возросло до максимального значения 35 γ. По мере приближения космической станции к Венере, магнитное поле в околосолнечном пространстве вновь уменьшилось до значения 15 γ. Авторы указывают, что кривые изменения напряженности поля и потока частиц на участке 25—6 тыс. км повторяют друг друга в заметных деталях. Подобная картина распределения поля и плазмы говорит о том, что на расстоянии 23 тыс. км от центра планеты станция «Венера-4» пересекла фронт ударной волны.

Отсутствие заметного возрастания магнитного поля вблизи планеты свидетельствует, что собственное магнитное поле Венеры либо отсутствует, либо гораздо слабее, чем у Земли. Действительно, по аналогии с

Землей на расстоянии 6,5 тыс. км от центра Венеры следовало бы ожидать величину поля около 1500 γ вместо 15 γ. Учитывая этот факт, а также то, что эксперимент проходил на ночной стороне планеты (на ночной стороне Венеры, по аналогии с Землей, значение магнитного поля должно быть усилено) ученые предполагают, что возможный магнитный момент Венеры по крайней мере в 3 тыс. меньше земного¹.

А. А. Лукин
Москва

Новый метод химического анализа полупроводников

М. С. Чупахин и Г. И. Рамендик² сообщили о новом аналитическом методе, позволяющем определять содержание примесей в любом слое вещества ничтожной толщины (0,2 м). Авторы использовали масс-спектральный анализ и метод вакуумной искры.

Попытки разработать тонкий метод послойного анализа веществ делались и раньше, но без особого успеха. В научной литературе описаны оптический, спектральный и радиоактивационный методы. Все они громоздки и требуют длительных операций по подготовке вещества к анализу, а также вынуждают применять механическое, химическое или электрохимическое разрушение пленок. Но самое главное, что по толщине исследуемого слоя эти методы примерно в сто раз грубее вновь разработанного. Масс-спектральный электроискровой метод не позволял до сих пор тонко анализировать пленку вещества, например кремния, так как вызывал появление кратеров глубиной до 10 м.

Новым в описываемом методе явилось то, что в качестве материала одного из электродов авторы приме-

¹ γ — единица напряженности магнитного поля, равна одной стотысячной доле (10⁻⁵) эрстеда. При этом магнитная индукция в пустом пространстве равна такой же доле гаусса.

¹ Аналогичные выводы сделали американские ученые для Венеры и Марса (по данным «Маринер-4» и «Маринер-5»).

² ДАН СССР, т. 184, 1969, № 6, стр. 1372—1375.

¹ «Космические исследования», т. 6, 1968, вып. 4, стр. 561.



Рис. 1. Бабочка *Danaus chrysippus* из коллекции Московского городского педагогического института им. В. И. Ленина

(кортизон, половые и др.). Этот цикл соединен с γ -лактонным кольцом. Строение сердечного яда узарегенина, структура которого точно установлена, представлено на рис. 2. Другой сердечный яд, выделенный из бабочек, — калотропагенин (рис. 3) очень похож на первый. К этой же группе относятся сердечные яды калотропин и его изомер калактин (рис. 4), а также калотоксин (рис. 5). Все они гликозиды — вещества, в состав которых входит сахар, соединенный через кислородный мостик своим первым углеродным атомом со спиртовой группой OH другого вещества. Свое название калотропин и калактин получили от латинского названия того растения, из которого они впервые были выделены — *Calotropis procera*.

Сердечные яды подобной структуры довольно широко распространены в растительном мире и давно уже используются в медицине (ландышевые капли, экстракт наперстянки). Попадая в организм, они действуют на центр так называемого блуждающего нерва, возбуждение которого приводит к усилению и замедлению сокращений сердца. В высоких (смертельных) дозах они вызывают внезапную остановку сердца, опять-таки за счет возбуждения центра блуждающего нерва. С этим связано их использование индейскими племенами в качестве яда для стрел. Очень похожие сердечные гликозиды были обнаружены в морском луке *Scilla maritima* из семейства лилейных и выделениях желез европейской и китайской (чан-су) жаб. Однако у них вместо пятичленного γ -лактонного кольца содержится шестичленное δ -лактонное кольцо (рис. 6).

Интересно, что сердечные яды не синтезируются в гусеницах, а поступают в их тело вместе с пищей. Питаются эти бабочки растением *Asclepias curassavisa* L. (семейство Asclepiadaceae).

Аналогичные ядам бабочек сердечные яды были обнаружены и у некоторых кузнечиков (*Poekilocerus bufonius* Klug, *P. pictus* Fabr. и др.), которые, питаясь растениями, аккумули-

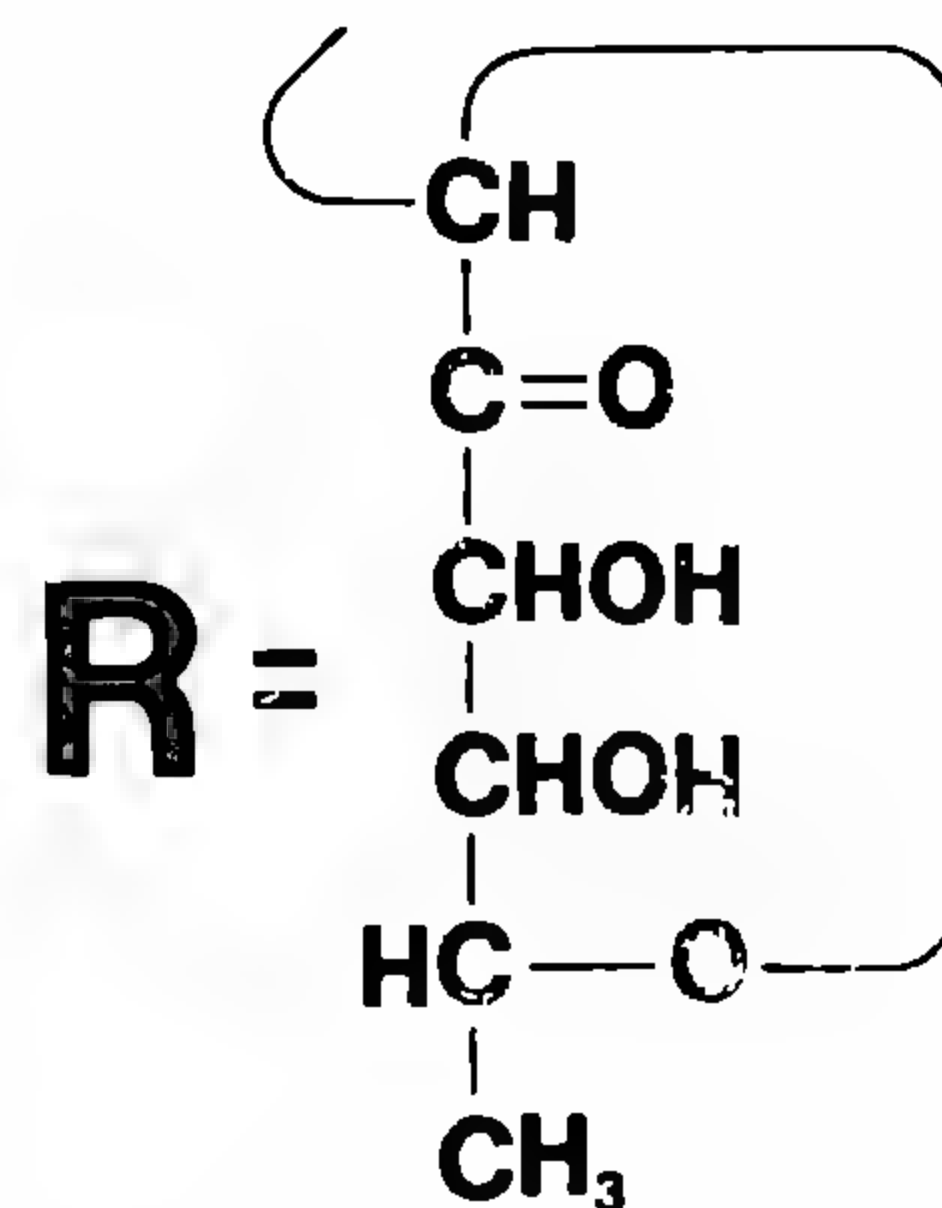


Рис. 4. Часть R структуры (гипотетической) калотропина и его изомера калактина; различие возможно в положении H и OH у 3-го углеродного атома (R — сахар)

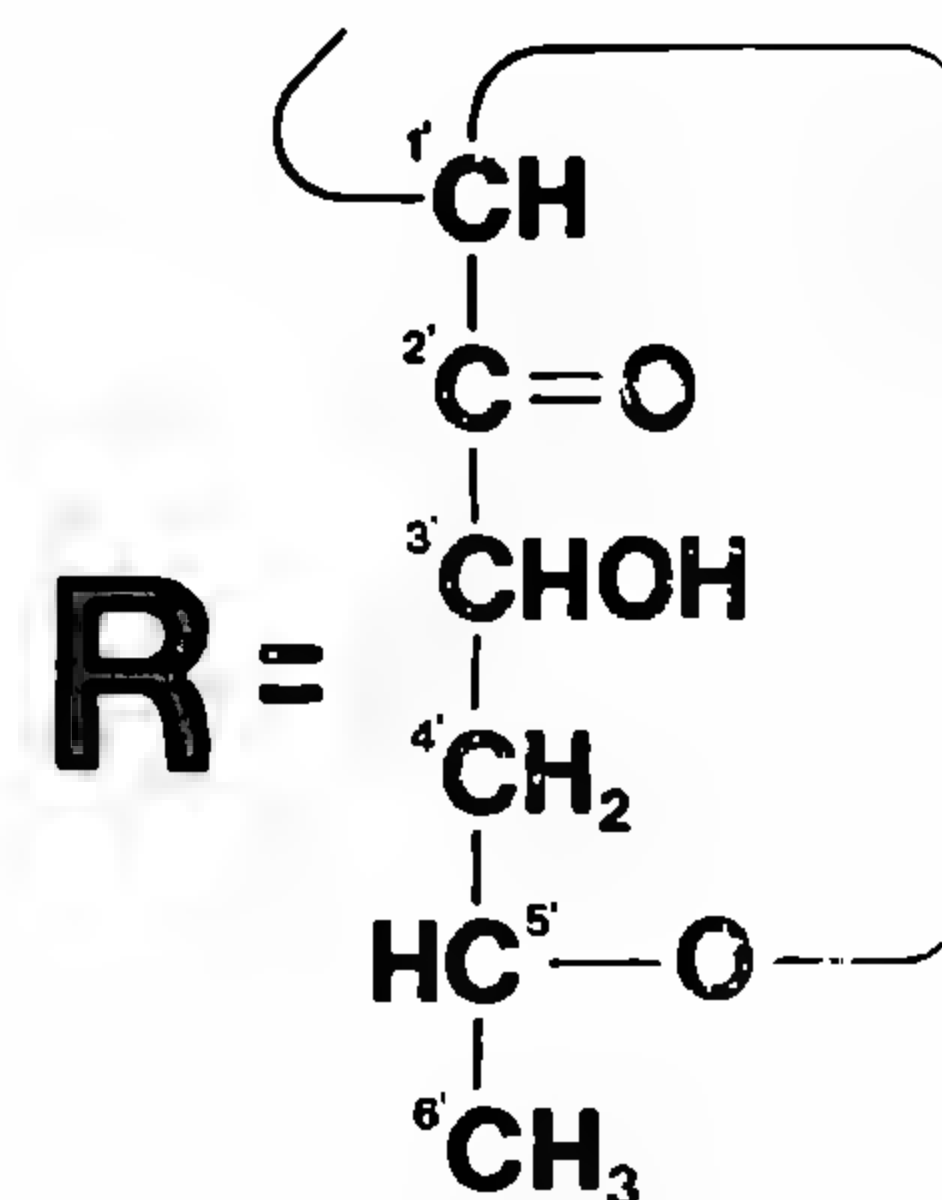


Рис. 5. Часть R структуры (гипотетической) калотоксина

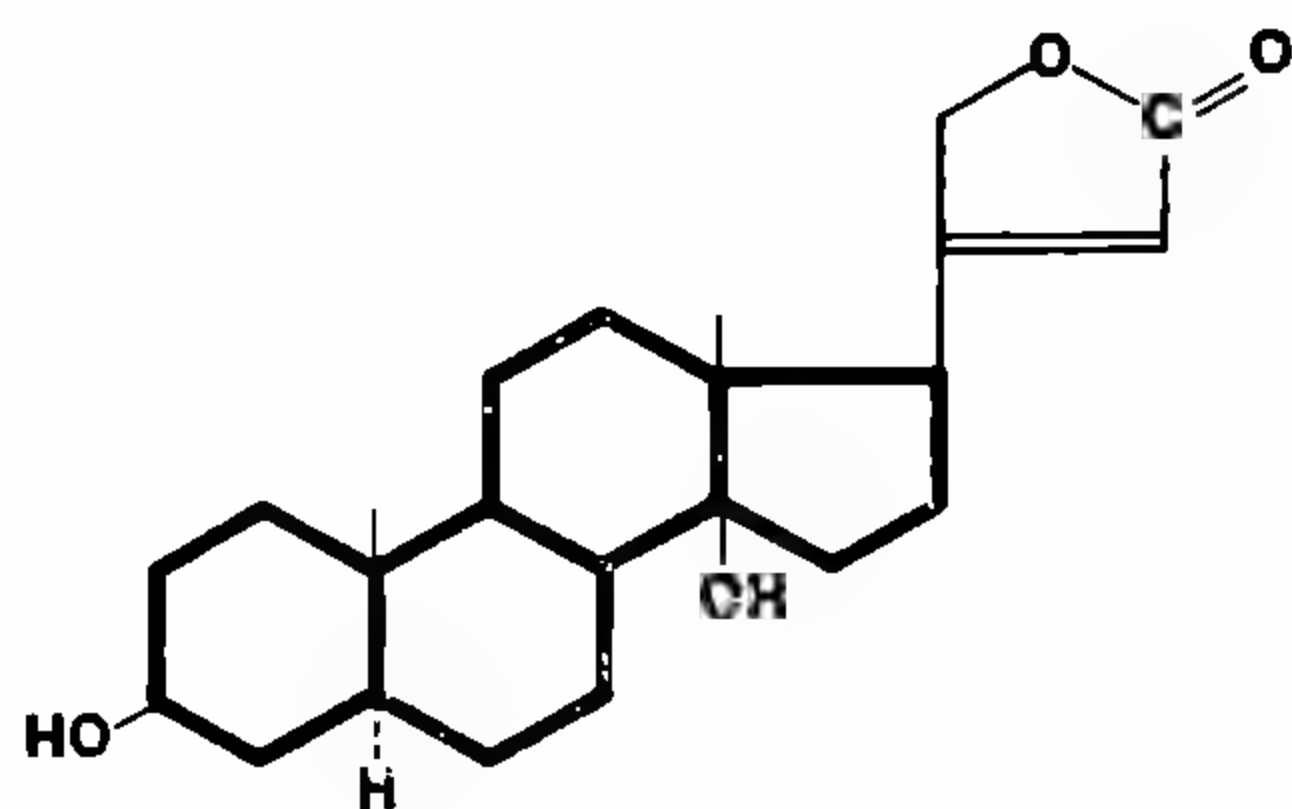


Рис. 2. Структура узарегенина

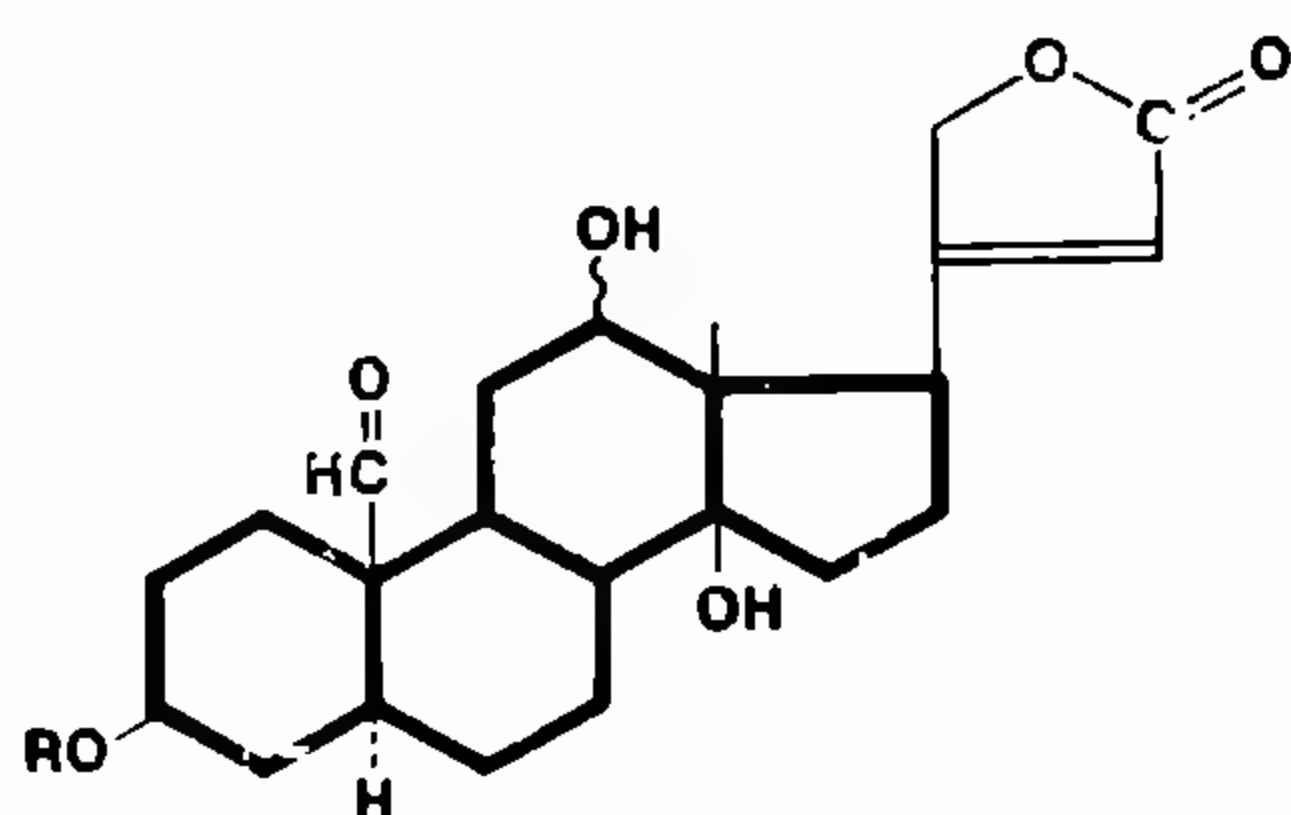


Рис. 3. Структура (гипотетическая) калотропагенина R=H

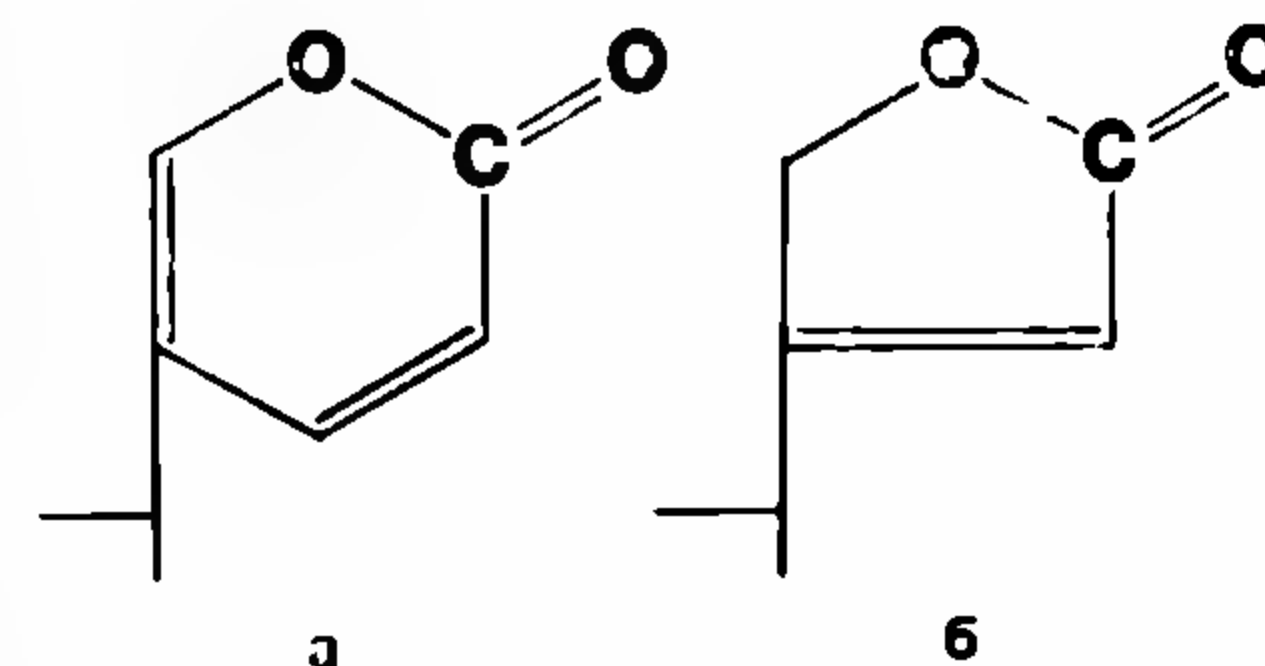


Рис. 6. Шестичленное δ -лактонное кольцо (а) яда жаб и пятичленное γ -лактонное (б) яда бабочек

ругают их яды в своем теле. Таким образом яд, вырабатываемый растениями, используется (возможно, без изменения структуры молекул) бабочками и кузнечиками для защиты от их врагов — птиц.

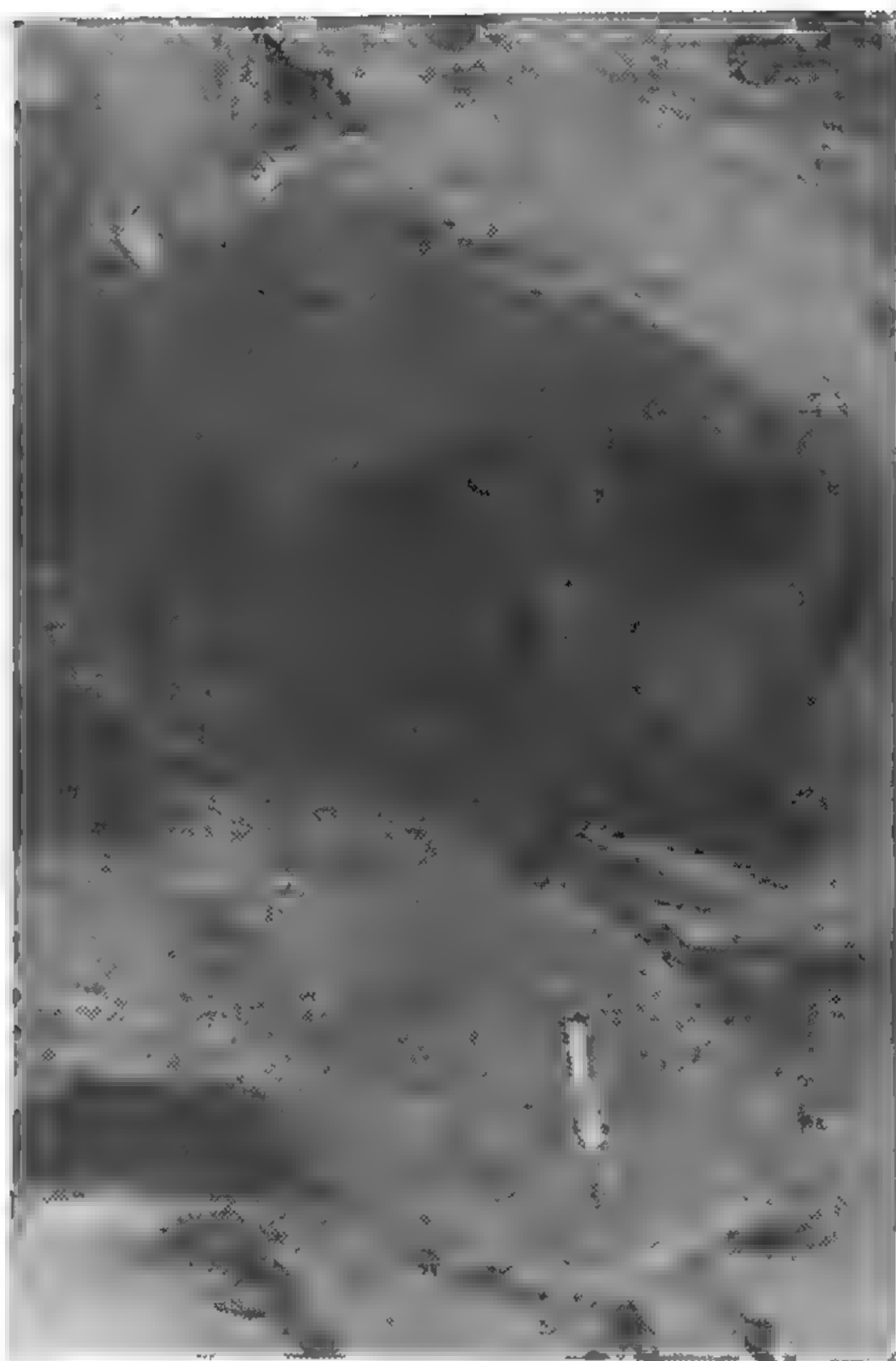
Любопытно и то, что растительные яды спасают кузнечиков и бабочек не от всех врагов. Нечувствительными к ним оказались некоторые птицы (*Lophoceros melanoleucus* и *Kittacinda melabarica*), мыши, ящерицы и муравьи *Solonopsis molesta*. А паразитирующая на гусеницах бабочек яйцекладущее насекомое *Zenillia adamsoni* Thompson из сем. двукрылых (Diptera) не только не чувствительно к яду, но и само содержит, очевидно, сердечные гликозиды в своем теле: экстракт из них сходен по фармакологическому действию с сердечными ядами.

Д. М. Кирпотин,
К. Л. Гладилин
Москва

Медеплавильне 2500 лет

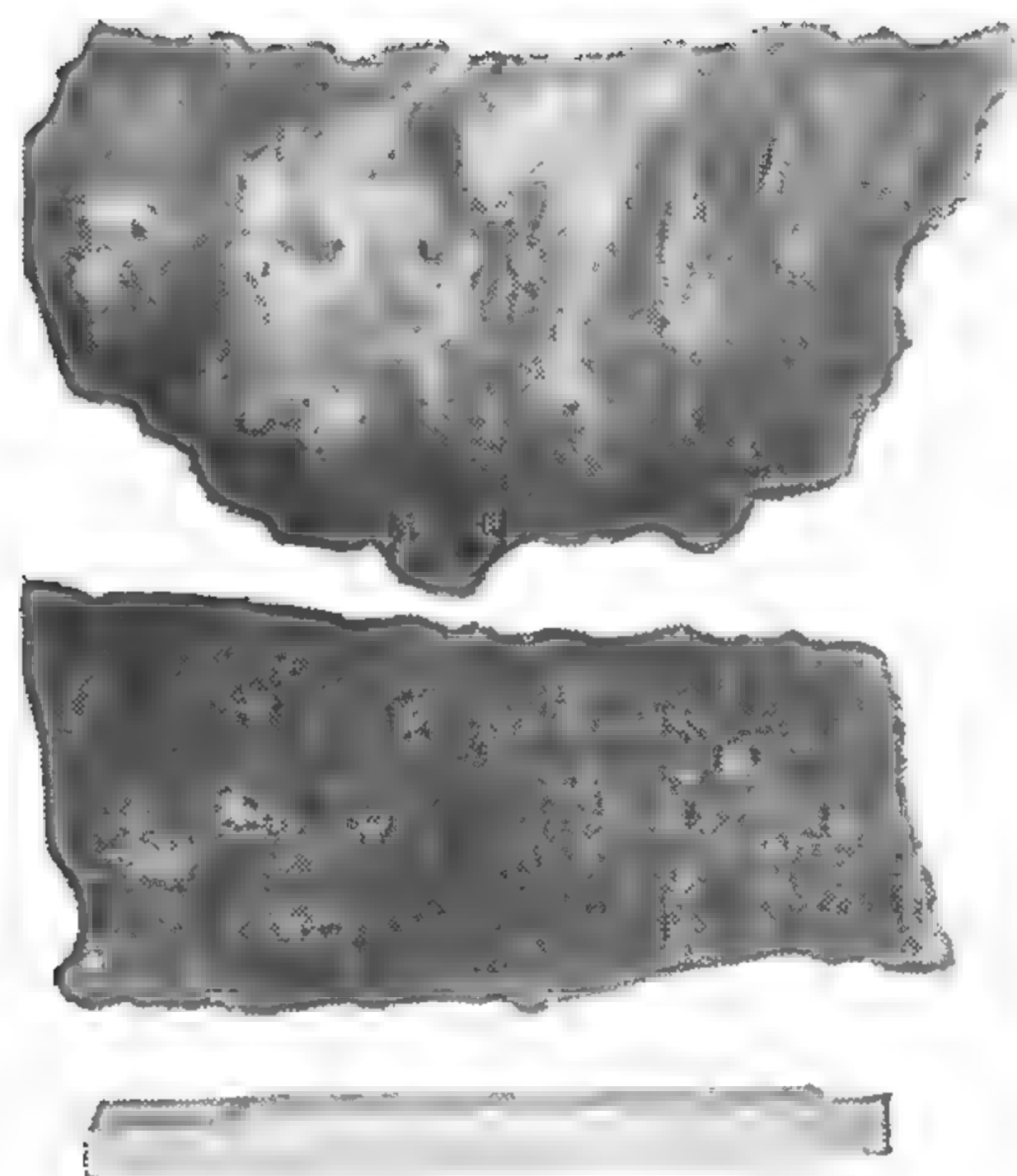
На древнем медном руднике Темир (Хакасская автономная область) найдена медеплавильня, насчитывающая 2500 лет. Древний медный шлаковый отвал, рядом с которым обнаружена медеплавильная печь, имеет объем 80 м³ и сложен примерно из 10400 лепешковидных шлаковых кусков. В среднем величина каждого куска 2500—2600 см³. Такие куски шлаков образовались, по нашему мнению, в результате слива шлака в полужидком состоянии из тигля-горшка, в котором выплавлялась медь. Здесь же на глубине 0,3 м от современной поверхности найдены обломки от глиняных толстостенных тиглей.

Тигель ставился в специально вырытой яме-очаге, заполненной древесным углем. Для усиления горения топлива подача воздуха производилась мехом, имеющим вид современного кузнечного меха.



Топка медеплавильной печи

Древние металлурги для плавки меди сооружали и специальные печи из камня, подобно найденной нами. Боковые и задняя стенки ее сделаны из вертикально поставленных каменных плит. Длина камеры 0,7 м, ширина 0,4 м, высота 0,35 м. Со стороны топки, по обеим сторонам которой положены булыжники, сделана выемка для установки меха. Сопло последнего наглухо вмонтировано в топку глиной.



Обломки древних медных шлаков с волнообразно застывшей поверхностью

Камера при вскрытии была заполнена кусками медных шлаков, золой и древесным углем. Под камеры ровный, содержит следы огня. Эти признаки позволяют считать, что в камере в результате горения древесного угля создавалась высокая температура, способная проплавить металлическую медь в глиняном тигле. Может быть, об этом и свидетельствует обломок медного котла, найденный здесь же?

Химический состав каплевидного слитка соответствует составу древнейших медных и бронзовых предметов быта, происходящих из курганов. Спектральный анализ такого слитка показал присутствие следующих элементов в процентах: As>1,0; Sb—0,03; Pb—0,03; Sn—0,1; Mn—0,03; Ni—0,10 и др.

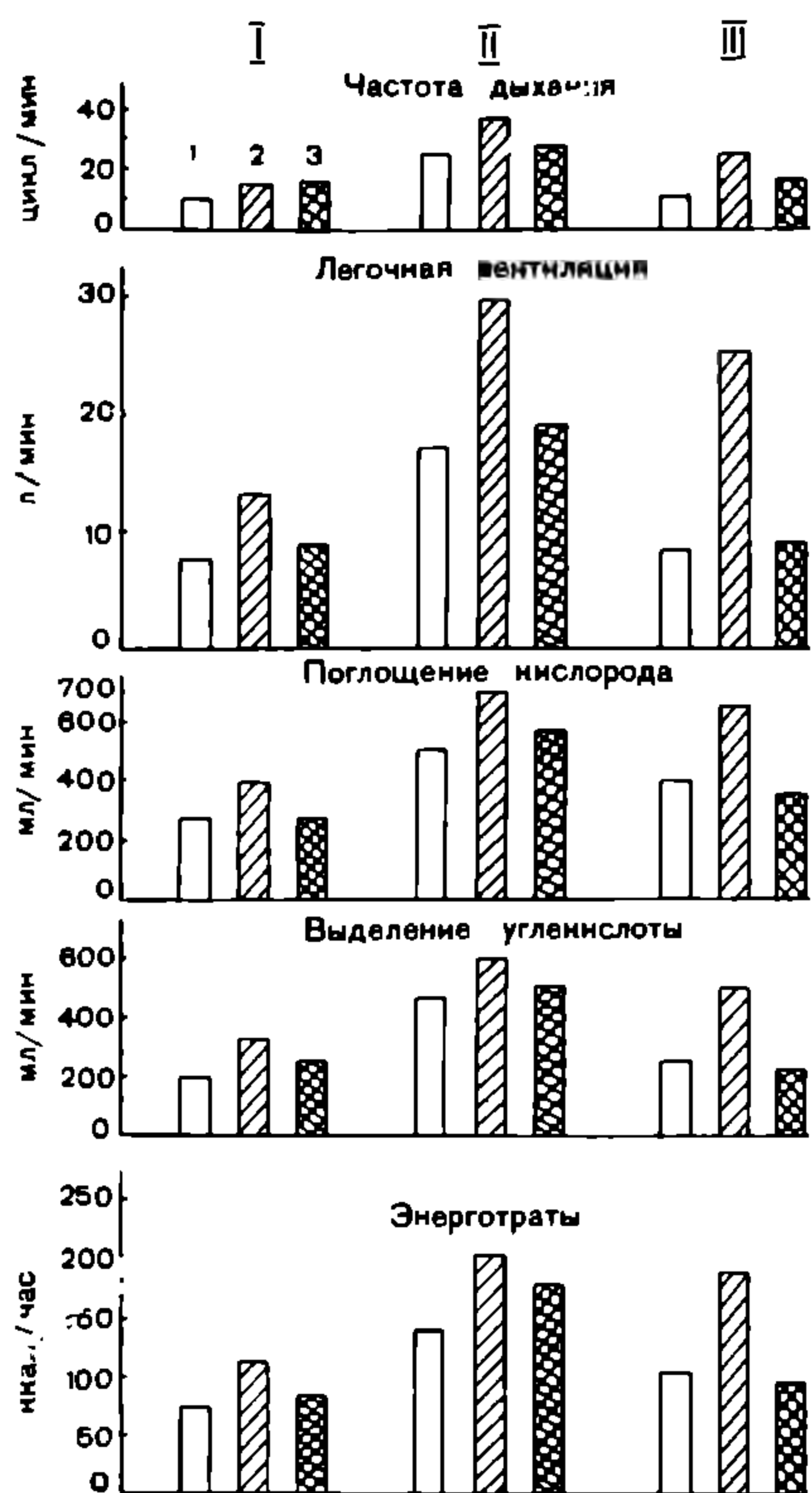
Печь существовала в VII—III вв. до н. э., т. е. до начала массовой добычи железа и изготовления из него всех видов предметов труда и вооружения.

Я. И. Сунчугашев
Кандидат исторических наук
Абакан

Человек в условиях невесомости

Полеты в космическое пространство связаны с воздействием на организм человека неблагоприятных факторов, к числу которых относится невесомость и гипокинезия (hypokinesis — недостаток движения). Как показали результаты исследований¹, у всех испытуемых в период невесомости резко возрастало потребление кислорода, но затем в последующих полетах его потребление снижалось и уменьшались затраты энергии по сравнению с первым воздействием невесомости.

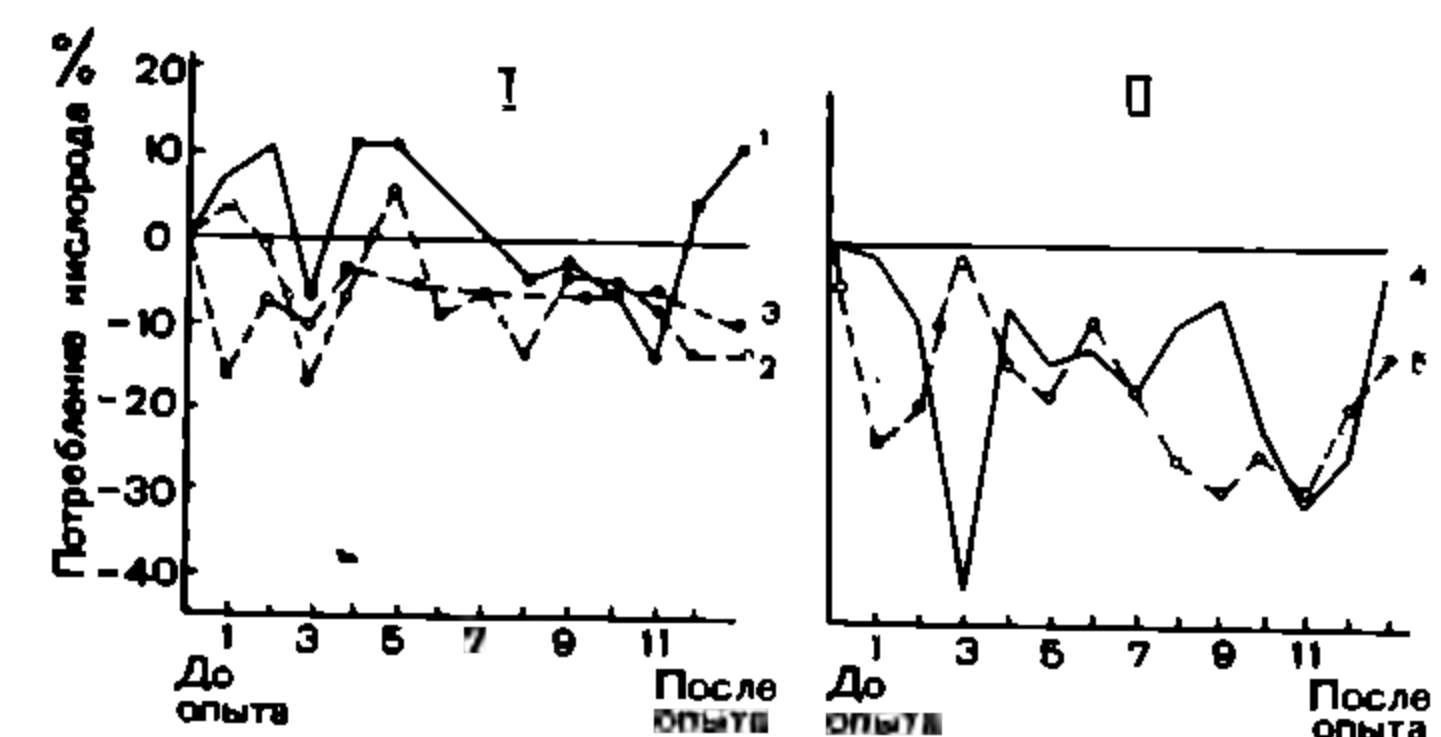
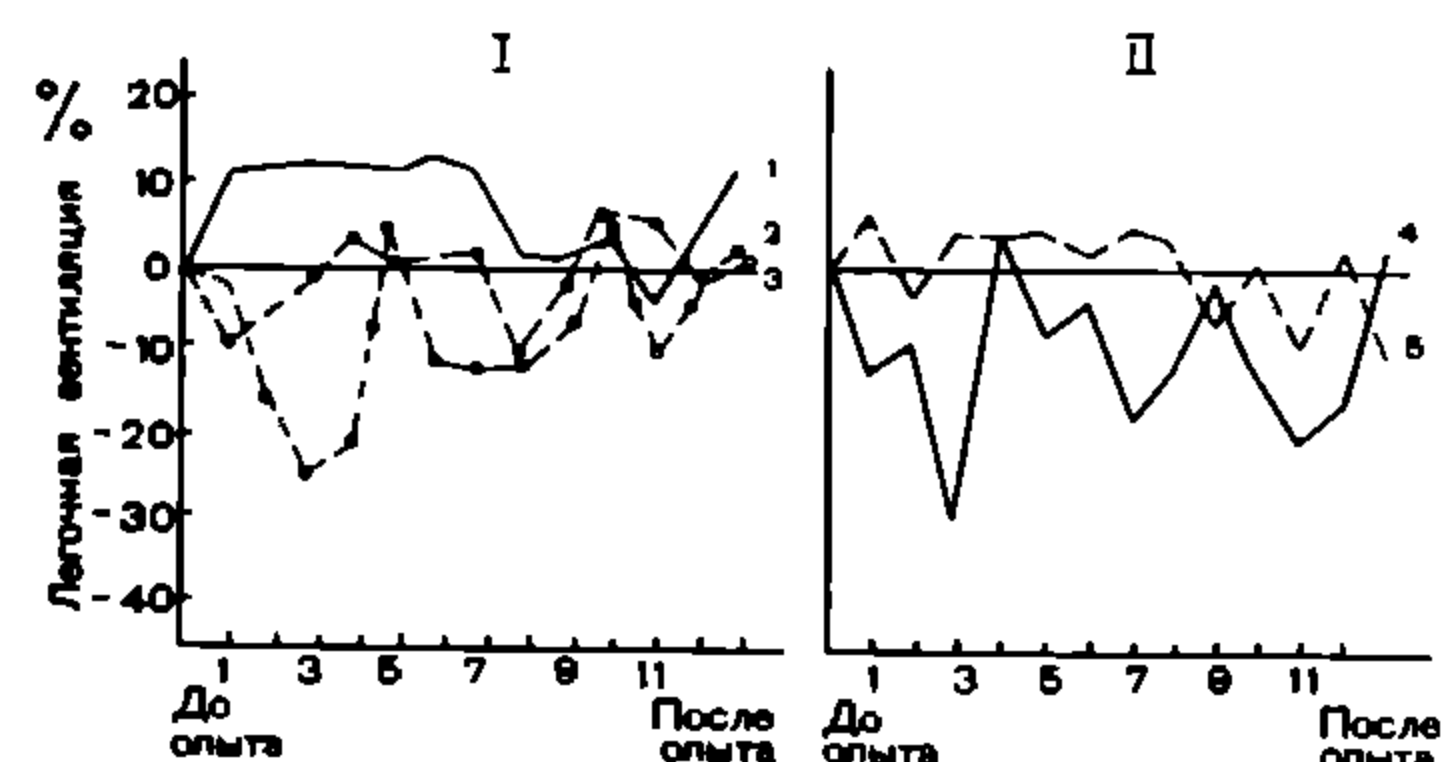
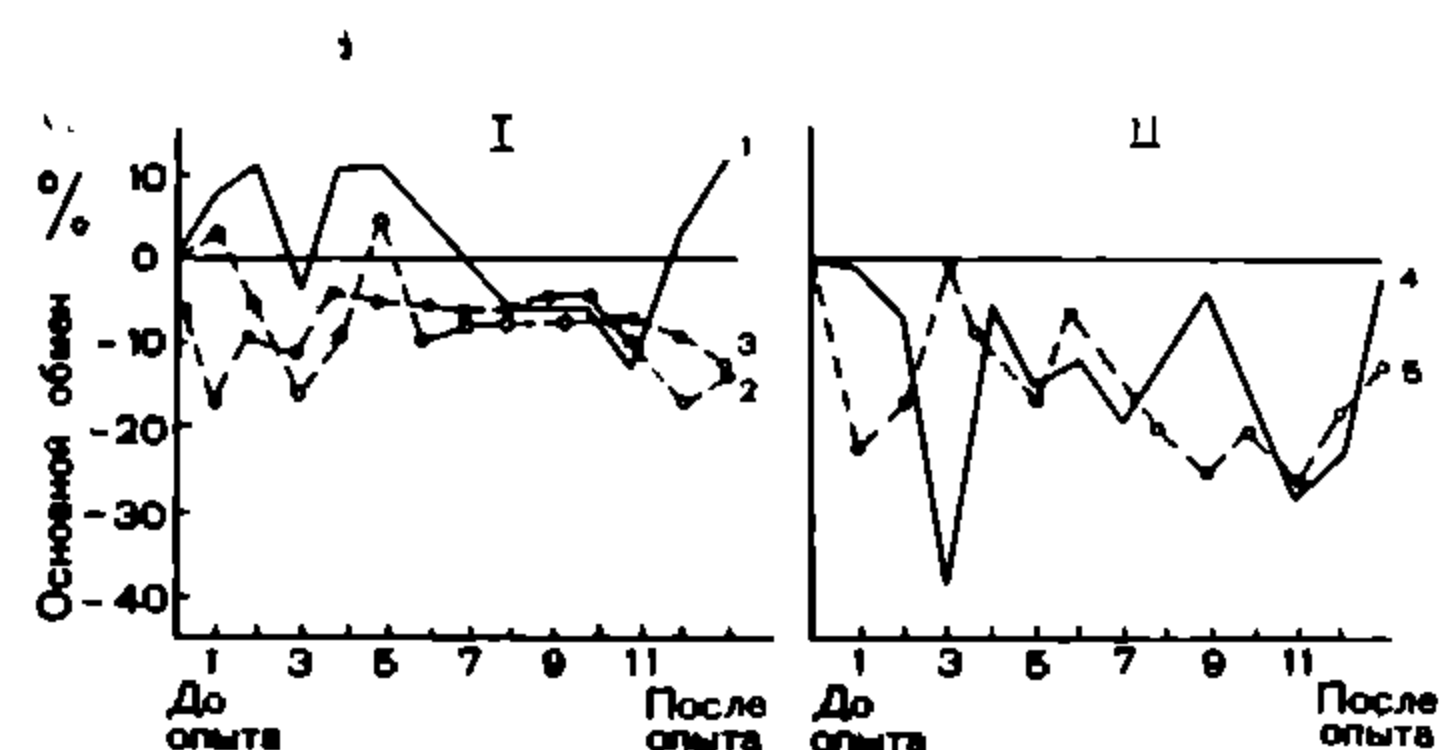
¹ Эксперименты проводились в условиях невесомости на самолете-лаборатории (полет по параболе). В некоторых опытах испытуемые находились в течение всего полета в состоянии относительного покоя (сидя в кресле). В других они выполняли дозированную физическую нагрузку (упражнения с эспандером). Всего совершено 58 полетов с участием 55 испытуемых в возрасте от 22 до 46 лет.



Изменение показателей внешнего дыхания, газообмена и энерготрат испытуемых, находящихся в состоянии относительного покоя (I), при выполнении дозированной физической нагрузки (II) и во время выполнения ими рабочих операций (III). 1 — горизонтальный полет, 2 — невесомость, 3 — после полета

Интересно, что в условиях невесомости при выполнении работы в специальной космической одежде изменения дыхания, газообмена и энерготрат значительно больше, чем при работе в обычной одежде. Жизненная емкость легких при работе испытуемых в специальном снаряжении несколько уменьшилась из-за ограничения движений грудной клетки. Отмечены также значительные индивидуальные колебания энерготрат у испытуемых в условиях невесомости при выполнении ими одной и той же физической нагрузки.

Длительное пребывание испытуемых в условиях полной гипокинезии вызвало значительное снижение уровня обменных процессов (на 30—40% от исходного уровня), а при ежедневном выполнении физических упражнений снижение обменных процессов составило только 5—10% от исходных данных.



Вверху
Изменение легочной вентиляции испытуемых, находящихся в условиях длительной гипокинезии. I — эксперименты, в которых испытуемые ежедневно выполняли комплекс физических упражнений; II — эксперименты, в которых испытуемые находились в условиях покоя. 1, 4 — испытуемые находились в иммерсионной среде (вода); 2, 3, 5 — испытуемые находились в макете кресла лабораторного объекта

В середине
Динамика потребления кислорода испытуемыми в условиях длительной гипокинезии

Внизу
Динамика основного обмена испытуемых, находящихся в условиях гипокинезии

Установлено, что невесомость влияет на человека сильнее, чем перегрузки. Интенсивность газообменных процессов и уровень энерготрат испытуемых в условиях невесомости были более высокими, чем на участке горизонтального полета, и выше, чем при воздействии перегрузок. Это наблюдалось как в состоянии относительного покоя, так и при выполнении физической нагрузки, особенно у испытуемых, одетых в специальное снаряжение.

«Известия Академии наук СССР, серия биологическая», 1969, № 1, стр. 20.

Польские ракеты в верхних слоях атмосферы

В Краковском институте по исследованию ракет и спутников сконструировано и запущено на высоту около 40 км более 100 ракет «Метеор 1». В настоящее время в институте конструируются новые ракеты: «Метеор 2» и «Метеор 3» (последняя будет двухступенчатой). Ракеты смогут подниматься на высоту до 60 км. Ведется также подготовка к запуску первой польской противораковой ракеты.

«Польское обозрение», 1969, № 9, стр. 6, 11

Пульсары — магнитные нейтронные звезды

В недавней теоретической работе о пульсарах¹ суммируются данные, приводящие к выводу, что пульсары — это нейтронные звезды, а не белые карлики². Ни у одного пульсара не удалось обнаружить постоянного светового излучения, характерного для белого карлика. Зато обнаружены импульсы света, подобные по форме импульсам радиоизлучения. Два пульсара удалось связать с остатками от

¹ H. Y. Chiu, V. Canuto. «Physical Review Letters», т. 22, 1969, № 9, стр. 415.

² «Природа», 1968, № 10, стр. 53.

вспышек сверхновых звезд, которые по теории должны быть нейтронными звездами. Обнаружен пульсар NP 0532 с периодом 0,03 сек. и быстрые колебания, наложенные на основной период у нескольких пульсаров,— подобные колебания возможны только у нейтронных звезд.

Как считают авторы работы Чиу и Кануто, радиоизлучение пульсаров может быть объяснено, если предположить, что эти нейтронные звезды обладают магнитными полями колоссальной силы — около миллиарда гаусс. Если радиус вращения электрона в магнитном поле приближается к его квантовомеханической длине волны, то орбиты электронов становятся квантованными. Энергии таких квантовых магнитных орбит, с учетом эффектов квантовой электродинамики, рассчитали советские физики И. М. Тернов, В. Г. Багзов и В. Ч. Жуковский¹.

Чиу и Кануто показали, что при взаимодействии вращающихся таким образом электронов с ионами плазмы должно испускаться радиоизлучение громадной мощности с непрерывным спектром (авторы рассматривают его как новый вид тормозного излучения). Кроме того, переходы между различными квантовыми орбитами должны давать отдельные линии светового излучения в ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра, которые пока не наблюдались.

В случае обнаружения таких линий, по их частотам можно будет заключить о величине магнитного поля.

Радиоизлучение хотя и испускается во всех направлениях, но может выйти из атмосферы звезды только вдоль силовых линий магнитного поля, вблизи магнитных полюсов. Основной период пульсара связан с вращением нейтронной звезды, благодаря которому узкий радиолуч как бы прощупывает пространство подобно прожектору или маяку. Потеря энергии звездой приводит к торможению вращения, и действительно, у ряда пульсаров отмечено возрастание основного периода со временем.

Короткие миллисекундные дополнительные периоды предлагается объяснить возмущениями типа приливов в атмосфере звезды.

Новое об оптическом пульсаре в Крабовидной туманности

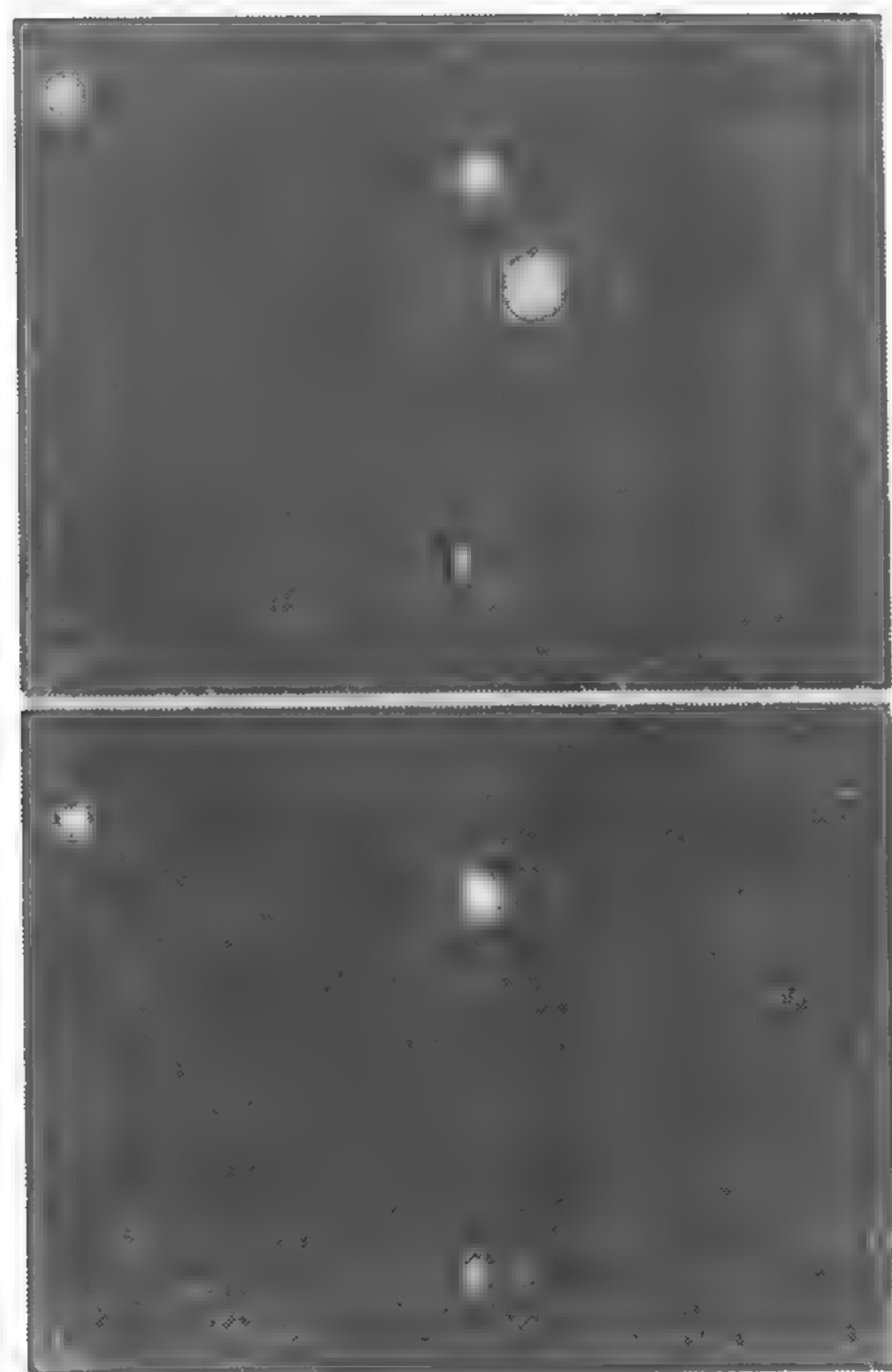
Для более точного определения координат источника световых импульсов в Крабовидной туманности, с тем же периодом, что и радиоимпульсы пульсара NP 0532, в фокус кудэ 120-дюймового телескопа Ликской обсерватории (США) была помещена телевизионная камера¹. Для прерывания падающего пучка перед камерой установили стробоскопическое устройство, вращение диска которого было синхронизовано с периодом световых импульсов.

При наблюдении центра Крабовидной туманности с помощью этого устройства были обнаружены пульсации оптического блеска юго-западной компоненты двойной звезды. Следовательно, эти наблюдения, выполненные Дж. С. Миллером и Е. Дж. Вамплером, техника которых полностью отличалась от предыдущих, подтверждают ранее полученные данные.

Р. В. Виллстроп² (Кембриджский университет) сообщил о наблюдении центральной части Крабовидной туманности при помощи фотоэлектрического фотометра, служившего одновременно счетчиком импульсов.

Если не учитывать систематические ошибки измерений, то можно считать, что видимое излучение пульсара смещено в красную область спектра, хотя результаты наблюдений не исключают возможности спектрального распределения типа G, которое характерно для звезд типа Солнца. Тем не менее у объекта наблюдается ультрафиолетовый избыток цвета.

Первая фотография оптического пульсара



Фотография юго-западной центральной звезды в Крабовидной туманности, полученная стробоскопическим способом Дж. С. Миллером и Е. Дж. Вамплером (Ликская обсерватория, США)

Вверху

Фотография, полученная без диска

Внизу

Фотография, полученная через вращающийся диск, синхронизованный с периодом пульсара

Из этих фотографий ясно видно, что одна из центральных звезд в Крабовидной туманности и есть оптический пульсар, открытый Куком и др. Фоновые звезды не меняют своего блеска, а на нижнем снимке в том месте, где находится звезда, отсутствует какой-либо сигнал

Сплюснутое Солнце, тяготение и нейтрино

В последние годы появились новые идеи, связанные с астрономическими следствиями одной из замечательнейших теорий современной физики — теории тяготения Эйнштейна, которую он назвал общей теорией относительности (ОТО). Важнейшим

¹ «Вестник МГУ», серия III, физика, астрономия, т. 21, 1966, № 1, стр. 21.

¹ «Nature», т. 22, 1969, № 3185, стр. 1037.

² «Nature», т. 22, 1969, № 3185, стр. 1023—1025.

ее подтверждением уже в течение полувека считается смещение перигелия Меркурия, составляющее по давно известным астрономическим наблюдениям 43 дуговых секунды в столетие. Это явление никак не объясняется классической теорией тяготения Ньютона. Эйнштейн дал ему точную количественную интерпретацию. Все остальные следствия ОТО, доступные проверке на опыте (красное смещение длины волны света и отклонение светового луча в поле тяготения), связаны с общими качественными идеями теории, а не с ее конкретной математической формулировкой. Поэтому вопрос о теоретическом истолковании смещения перигелия Меркурия имеет фундаментальное научное значение.

Американские физики Р. Дике и М. Гольденберг посредством чрезвычайно точных и тонких оптических измерений¹ нашли, что диск Солнца не имеет идеально круглой формы, но несколько сплюснут — экваториальный диаметр чуть больше полярного.

Метод измерения заключался в том, что основная часть изображения Солнца, созданного оптической системой, затемнялась непрозрачным диском. Свет, проходивший через узкий кольцевой зазор у края диска, пропускаться через отверстия в другом быстро вращающемся диске, и интенсивность прошедшего света измерялась фотоэлементами. Радиотехнические фильтры позволяют выделить и исправить изменения светового сигнала, происходящие от неточной центровки оптической системы и дисков. Другой фильтр выделяет сигнал удвоенной частоты, происходящий от сплюснутости Солнца. Измеренная величина этой сплюснутости, т. е. отношение разности экваториального и полярного диаметров к среднему диаметру, составила около 0,005%.

Вращение Солнца должно приводить к его сплюсыванию центробежной силой. Однако наблюдаемое на видимой поверхности Солнца вращение

с периодом 26 суток давало бы слишком малый эффект. Дике предполагает, что наблюдаемая им сплюснутость свидетельствует о гораздо более быстром вращении внутренней части Солнца с периодом 1—2 суток. Внешние слои могут тормозиться вследствие истечения из них плазменного потока (солнечный ветер) с вмороженным в него магнитным полем.

Расчеты движения планет в небесной механике делаются так, как если бы вся масса Солнца была сосредоточена в его центре. Это не привело бы ни к какой ошибке, если бы Солнце имело строго шарообразную форму. Но сплюснутость несколько искажает гравитационное поле Солнца — у него появляется, как говорят, квадрупольный гравитационный момент. Вопрос о том, может ли сплюснутость Солнца объяснить наблюдаемое смещение перигелия Меркурия, рассматривался еще в прошлом столетии, и результат оказался отрицательным. Квадрупольный эффект должен был бы сказаться и на других планетных движениях, чего не наблюдается. Но обнаруженная в измерениях Дике и Гольденберга сплюснутость Солнца может вызвать смещение перигелия Меркурия на 3,4 дуговых секунд в столетие, т. е. 8% от наблюдаемого. Дике считает, что «только» остальные 92% представляют собой релятивистский эффект, т. е. связаны с отклонением истинного закона тяготения от ньютоновского. Но этот эффект описывается не уравнениями Эйнштейна, а несколько иной скалярно-тензорной теорией тяготения, которую предложил 20 лет назад известный теоретик Иордан и далее развивал Дике.

Если Дике прав, то нужно считать удивительным совпадением, что сумма двух различных эффектов с такой поразительной точностью сходится с предсказанием Эйнштейна. Впрочем, новейшие опыты по улавливанию солнечных нейтрино¹ не согласуются с другими астрофизическими выводами из теории Дике², так что вся проблема требует дальнейшего исследования.

¹ См. «Природа», 1968, № 10, стр. 111.

² G. Shaviv, E. Salpeter. «Physical Review Letters», v. 21, 1968, № 23, p. 1602.

Органические реакции без «отходов»

Американский ученый Е. Дж. Сметни с сотрудниками изучает реакции получения 2,7-алкадиенов — исходных мономеров для синтеза полимеров. В качестве исходных веществ он берет бутadiен, который в присутствии катализаторов — солей благородных металлов (PdCl_2 , RuCl_3 , PtCl_4) реагирует с органическими кислотами (уксусной, бензойной и др.) или с фенолом.

Нагревая несколько часов в стальной бомбе бутadiен с фенолятом натрия и с добавкой PdCl_2 , Е. Дж. Сметни получил 1-феноксидбутadiен-2,7. И хотя выход вещества не достигал 100%, побочных продуктов практически не образовывалось, что в органической химии случается очень редко. Открытие этой реакции, по-видимому, может стимулировать значительный прогресс в органической химии.

«British Chemical Engineering», т. 14, 1967, № 2, стр. 149 (Англия)
«Chemical Abstracts», т. 70, 6 января 1969, реф. 3300d (США)

Синтез «карбонадо»

В Институте физики высоких давлений АН СССР под руководством акад. Л. Ф. Верещагина синтезирован алмаз типа «карбонадо», сходный по своей структуре с природным, что видно из анализа рентгенограммы.

По современной классификации, карбонадо представляет собой алмаз поликристаллического тонкозернистого строения. Отдельные кристаллы в нем настолько малы, что на рентгенограмме, снятой с образца карбонадо, не видно никаких характерных для кристаллической решетки резких линий, а получается сплошной засвеченный круг (гало) как на рентгенограммах от аморфных тел.

Искусственному алмазу типа «карбонадо» можно придать любую форму, что имеет большое прикладное значение. При помощи искусственного

¹ R. H. Dicke, M. Goldenberg. «Physical Review Letters», v. 18, 1967, № 1, p. 313.

карбонадо можно обрабатывать с большой чистотой такие материалы, как керамика и твердые сплавы.

«Доклады Академии наук СССР», т. 185, 1969, № 3, стр. 55

Фитонциды пищевых растений

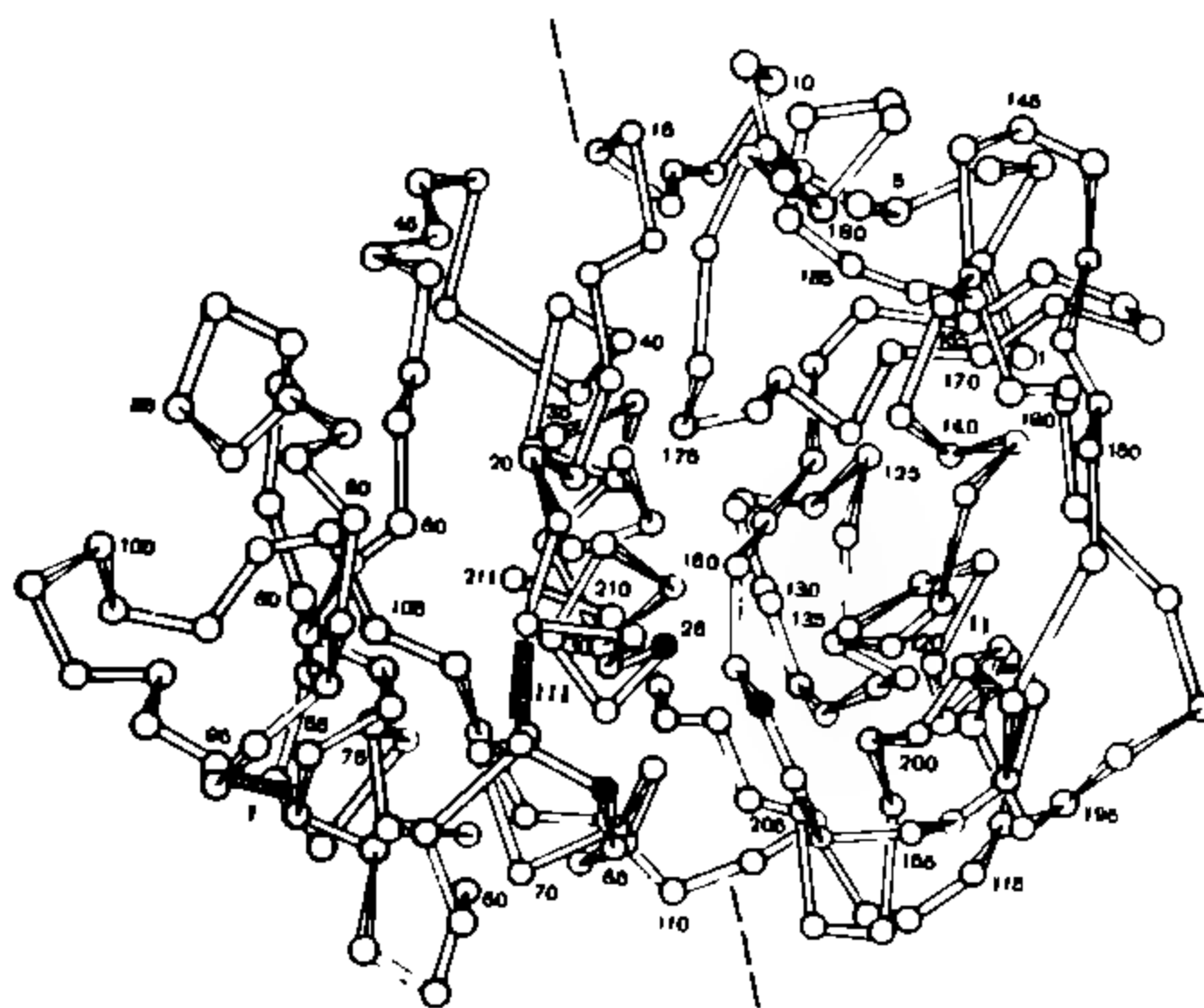
Среди 50 видов исследованных пищевых растений Прикарпатья обнаружено 26 видов с ярко выраженными протистоцидными свойствами: под действием жидких фракций фитонцидов этих растений патогенные для человека простейшие *Trichomonas hominis* и *Balantidium coli* погибали мгновенно или в течение нескольких минут. Так действует свежий сок брусники, вишни, культурного и дикого винограда, голубики, ежевики, лесной земляники, крыжовника, калины, кизила, костяники, клюквы, клубники, репчатого лука, малины, красного стручкового перца, петрушки (корень), огородного ревеня, сливы, красной и черной смородины, терна, чеснока, черники, щавеля, сок из яблок сорта Антоновка обыкновенная. Фитонцидные свойства сохраняются, как правило, при разведении соков, при консервировании некоторых растений и в спиртовых экстрактах. Эти интересные данные должны быть использованы врачами.

«Научные доклады высшей школы. Биологические науки», 1969, № 2, стр. 99—101.

Структура молекулы папаина

Голландские исследователи из университета в Гронингене опубликовали первое сообщение о трехмерной структуре папаина. Этот фермент из плодов дынного дерева с молекулярным весом 23 000 расщепляет белки. Анализ был проведен при высокой степени разрешения и дал неожиданные результаты.

Ранее Е. Л. Смит и его сотрудники чисто химическими методами установили, что молекула папаина состоит из 200 аминокислотных остатков, входящих в одну полипептидную цепь.



Трехмерная модель молекулы папаина. Кругами отмечены α -углеродные атомы 211 аминокислотных остатков. Зачерненные круги — α -углеродные атомы цистеина-25, гистидина-158 и аспарагиновой кислоты-64. Заштрихованными прямоугольниками обозначены S—S мостики

Рентгеноструктурный анализ подтвердил, что молекула фермента состоит из одной полипептидной цепи, образующей петли благодаря S—S (дисульфидным) связям. Однако выяснилось, что аминокислотных звеньев не 200, а 211. Поскольку различимы электронные плотности, создаваемые S—S связями, аргинином и циклическими аминокислотами, удалось внести существенные поправки в первичную структуру этого белка. Дисульфидные связи расположены в следующем порядке, начиная с аминного конца цепи: H₂N... III... I... III... I... II... II... COOH. Между Фен-28 и Арг-31 должны быть расположены не два, а 13 аминокислотных остатков. После них следует пептид, включающий остатки от Тре-138 до Тир-176, согласно нумерации Смита. Отрезок полипептидной цепи, несущий, по Смицу, остатки от 160 до 164, имеет последовательность звеньев не Асп-Тир-Гли-Про-Гли, а Асп-Гли-Гли-Тир-Про.

Оказалось, что молекула папаина обладает, подобно молекуле другого фермента — лизоцима, двумя легко различимыми частями, разделенными как бы щелью (указана на рис. пунктиром). Содержание упорядоченных участков составляет 25%. На долю α -спирали приходятся остатки: 26—

41, 50—56, 69—78 и со 116 по 126. На долю β -структуры приходятся остатки от 163 до 172. Центральная область правой половины молекулы включает около 13 остатков аминокислот, образующих гидрофобное ядро молекулы. Левая половина молекулы содержит несколько внутримолекулярных солевых мостиков между кислотными карбоксильными группами и концевыми аминогруппами остатков аргинина.

Ряд гидролаз, т. е. ферментов, расщепляющих соответствующие соединения с участием воды, принадлежит к так называемым «сериновым» ферментам. Это означает, что в их молекулах содержится остаток серина — аминокислоты, несущей активированную OH-группу. В папаине роль OH-группы играет сходная с ней по химическим свойствам SH-группа, принадлежащая другой аминокислоте — цистеину. Цистеин-25 активируется остатком гистидина-158. Они расположены на противоположных поверхностях щели и разделены расстоянием в 4 Å. Удалось показать, что в расщеплении белка непосредственно участвует еще одно звено молекулы папаина — остаток аспарагиновой кислоты в положении 64, удаленный на 10 Å от активной SH-группы. Пространственная модель молекулы папаина позволит воссоздать реальную картину расщепления белков этим ферментом.

«Nature», т. 218, 1968, № 5145, стр. 929 (Англия)

Борьба с оспой в Африке

Число случаев заболевания оспой в течение первого полугодия 1968 г. снизилось почти во всех странах мира, что следует из отчетов, полученных Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). В результате вакцинации населения, которая проводилась в 1967 г. в большинстве стран Западной и Центральной Африки (к концу марта 1968 г. из 115 млн жителей было вакцинировано 32 млн), распространение болезни в этих

странах резко упало. Общее число случаев, зарегистрированных в течение первых 28 недель 1968 г., уменьшилось более чем на 45%.

В Западной и Центральной Африке все больше внимания уделяется выявлению и изучению оспы, а также борьбе с эпидемическими вспышками.

«Хроника ВОЗ», т. 22, 1968, № 10, стр. 452.

Интерферон побеждает вирус

В первой половине января 1969 г. при участии 80 ученых — представителей многих стран Европы и Америки в Лионе (Франция) состоялся трехдневный международный colloquium. На повестке дня — вопрос о возможной роли интерферона в борьбе с вирусными заболеваниями. Известно, что болезни, вызываемые бактериями, успешно лечат антибиотиками, для борьбы же с вирусными заболеваниями до сих пор не удалось еще найти эффективных средств. Предполагают, что в недалеком будущем таким средством окажется интерферон, противовирусные свойства которого активно изучаются в настоящее время. Интерферон выделяется клетками ткани, в которые попадают вирусы, и обладает способностью тормозить их развитие.

«Новости ЮНЕСКО», 1969, № 1, стр. 5.

Пожар — полезен?

На Дальнем Востоке с давних времен некоторые некошеные луга очищают от сухих остатков растений, так называемой ветоши, путем выжигания. Сотрудница Дальневосточного университета Г. Д. Дымина заинтересовалась вопросом — как происходит при этом семенное возобновление. Оказалось, что на лугах Приморского края, травостой которых образован в основном вейником, осоками и разнотравьем, ветошь препятствует естественному семенному возобновлению луговых трав. Выжигание от-

мерших остатков растений, если оно производится ранней весной, до начала вегетации, улучшает качество лугов. Семенное возобновление происходит интенсивнее, и количество подростов луговых трав после выжигания возрастает в 2—3 раза, улучшается жизнестойкость подростов. Хотя часть семян и уничтожается при выжигании ветоши, оставшихся вполне достаточно для нормального семенного возобновления в новых, более благоприятных условиях.

«Ботанический журнал», т. 54, 1969, № 1, стр. 104—110.

От редакции. Вопрос о целесообразности выжигания лугов, степей и саванн довольно сложен. Прежде всего, выжигание поздней весной или летом недопустимо, так как при этом гибнут яйца и птенцы птиц, гнездящихся на земле. Кроме того, в любой сезон огонь может перекинуться с выжигаемого участка на прилегающие заросли кустарников и лес и причинить значительные убытки. Поэтому, если и можно проводить выжигание, то под неослабным наблюдением и со всеми необходимыми мерами предосторожности (опашивание участка и проч.).

Атмосфера из ... углекислоты

Э. М. Галимов, Н. Г. Кузнецов и В. С. Прохоров¹ из Института нефтехимической и газовой промышленности (Москва) получили четкое экспериментальное подтверждение теоретическим выкладкам сторонников углекислотной атмосферы Земли в добиологическую эпоху. Они использовали метод изотопного анализа углерода докембрийских осадочных карбонатов и исходили из того, что соотношение концентрации C^{13} и C^{12} в древних осадочных породах зависит от соотношения CO_2 и CH_4 в атмосфере Земли в добиологическую эпоху.

Учитывались изотопные равновесия в двух системах. Атмосферная CO_2 образует единую физико-химическую

¹ «Геохимия», 1968, № 11, стр. 1376—1380.

систему с растворенной в океане углекислотой и карбонатами: $CO_2 \rightleftharpoons HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-}$, поэтому между изотопами происходит реакция обмена: $C^{13}O_2 + C^{12}O_3^{2-} \rightleftharpoons C^{12}O_2 + C^{13}O_3^{2-}$.

Благодаря этой реакции более тяжелый изотоп углерода C^{13} при температурах, соответствующих условиям земной поверхности, концентрируется в карбонат-ионе (вот почему природные карбонаты обогащены изотопом C^{13}). Коэффициент разделения изотопов углерода в природной системе CO_2 (атмосфера) — CO_3^{2-} (карбонаты) составляет 1,007.

Учитывался также изотопный обмен в системе $CO_2 \rightleftharpoons CH_4$ при совместном выделении $CO_2 \rightleftharpoons CH_4$ из мантии при ее дегазации. При этом CO_2 обогащалась изотопом C^{13} , а CH_4 — изотопом C^{12} .

Обобщив результаты изотопного анализа доломита, мрамора, известняка и других пород докембрийской эпохи из различных мест нашей страны (Кольский п-ов, Карелия, Казахстан и т. д.), специалисты приходят к следующим выводам: состояние обменной системы CO_2 (атмосфера — HCO_3^- (океан) — CO_3^{2-} (карбонаты)) не было в докембрии существенно иным, чем в более позднее время; содержание C^{13} в докембрийских карбонатах соответствует практически 100%-ному содержанию CO_2 в атмосфере древней Земли.

В. Н. Павлов
Кандидат химических наук
Москва

Англо-польский атлас мира

Оксфордское издательство Пергамон Пресс и Научное издательство Польской Народной Республики совместно выпустили в свет новый атлас мира. Он содержит 450 карт и большое количество сведений о всех странах земного шара.

«Новости ЮНЕСКО», 1969, № 2, стр. 12

Необычайный скачок периода пульсара

Пульсар PSR 0833-45 оказался выдающимся представителем семейства этих необыкновенных объектов. Считается, что он отождествлен с источником Vela X и стал вторым пульсаром, связанным с остатком Сверхновой (первый — пульсар в Крабовидной туманности¹). Естественно, что за Vela X ведется систематическое наблюдение. Обсерватория Калифорнийского технологического института наблюдала за ним с конца ноября 1968 г., а радиофизическая лаборатория в Сиднее (Австралия) — с начала декабря того же года. По разным причинам наблюдения в Австралии не велись с 20 февраля по 13 марта, в США — с 24 февраля по 3 марта текущего года. Как это ни маловероятно, но именно в тот момент, когда обе обсерватории не следили за пульсаром, он преподнес астрономам необыкновенный сюрприз — его период скачком изменился. Таких скачков не наблюдалось до сих пор ни у одного известного пульсара.

Период пульсации всех этих объектов установлен с точностью до 11÷12 знаков. Вначале астрономы считали этот период строго постоянным, что внушало первооткрывателям идею об искусственном происхождении принимаемых сигналов, впрочем, быстро отброшенную после открытия еще нескольких объектов того же типа. Од-

нако более длительные наблюдения показали, что период всех пульсаров (а их сейчас известно около четырех десятков) монотонно увеличивается.

В настоящее время большинство астрофизиков полагает, что пульсары представляют собой нейтронные звезды — чрезвычайно плотные образования диаметром около десяти километров и с массой, близкой к массе Солнца. Строгую периодичность излучения связывают с вращением пульсаров.

На приводимых здесь кривых показаны результаты измерений периода пульсара PSR 0833-45, опубликованные в апрельском номере «Nature»¹. Австралийское сообщение (В. Радхакришнан и Р. Н. Манчестер) поступило 8 апреля и американское (П. Е. Ричли и Г. С. Даунс) — 9 апреля.

Как видно из этих кривых, есть некоторое расхождение в оценке величины скачка обеими группами. По австралийским данным, скачок равен 196 нсек, а по американским, — 134 нсек. За время перерыва наблюдений период не вырос, а резко уменьшился. Но произошло ли это уменьшение мгновенно или плавно за несколько суток, увы, неизвестно.

Ричли и Даунс установили еще один интересный факт. После перерыва наблюдений период стал увеличиваться несколько быстрее: 22 ноября $\Delta P/P \cdot 10^{13} = 1,242619 \pm 2$, а 3—24 марта — $1,25264 \pm 8$. Таким образом не исключено, что новая прямая роста периода пересечет экстраполиро-

ванную старую прямую. Неясно и очень интересно, как пульсар поведет себя дальше.

Авторы приводят несколько возможных объяснений этого явления. Нет никаких оснований приписывать изменение периода свойствам межзвездной среды или доплер-эффекту в результате резкого изменения скорости наблюдаемого объекта. Обе группы выдвигают в качестве возможного объяснения незначительное изменение радиуса нейтронной звезды. В самом деле, для объяснения эффекта достаточно было бы на 1—2 см уменьшить равный 10 км радиус звезды. Как известно, по закону сохранения момента количества движения уменьшение момента инерции (в данном случае — радиуса вращающегося тела) вызывает увеличение скорости вращения. Подобное объяснение, однако, не может считаться единственным; кроме того, остается непонятным причина и механизм внезапного изменения радиуса.

Необычайный скачок периода пульсара в Vela X привлечет, очевидно, внимание астрофизиков, и в ближайшее время можно ожидать ряд новых интересных сообщений.

М. А. Корец,
З. Л. Понизовский
Москва

Скачок в изменении периода пульсара PSR 0833-45.

С л е в а

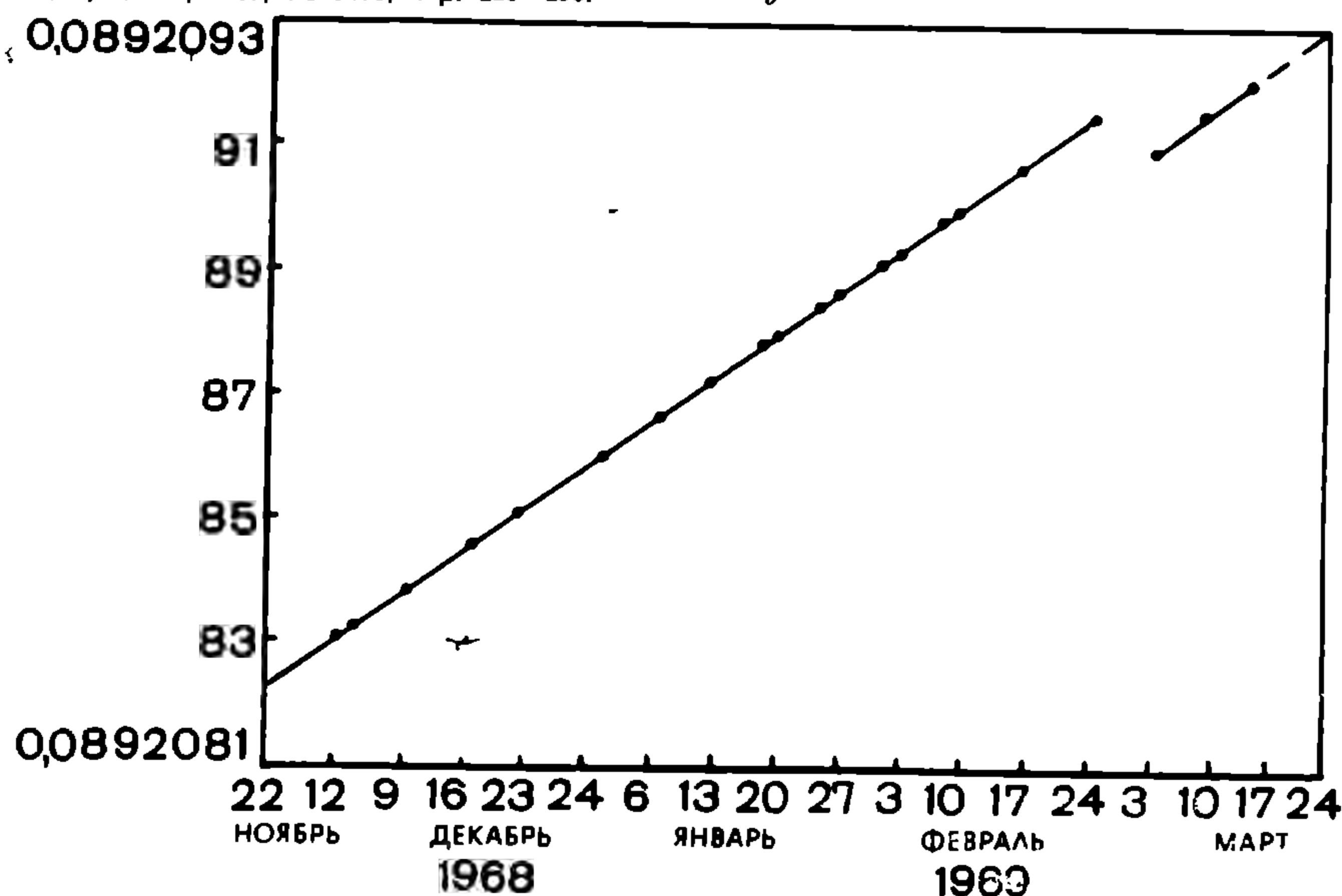
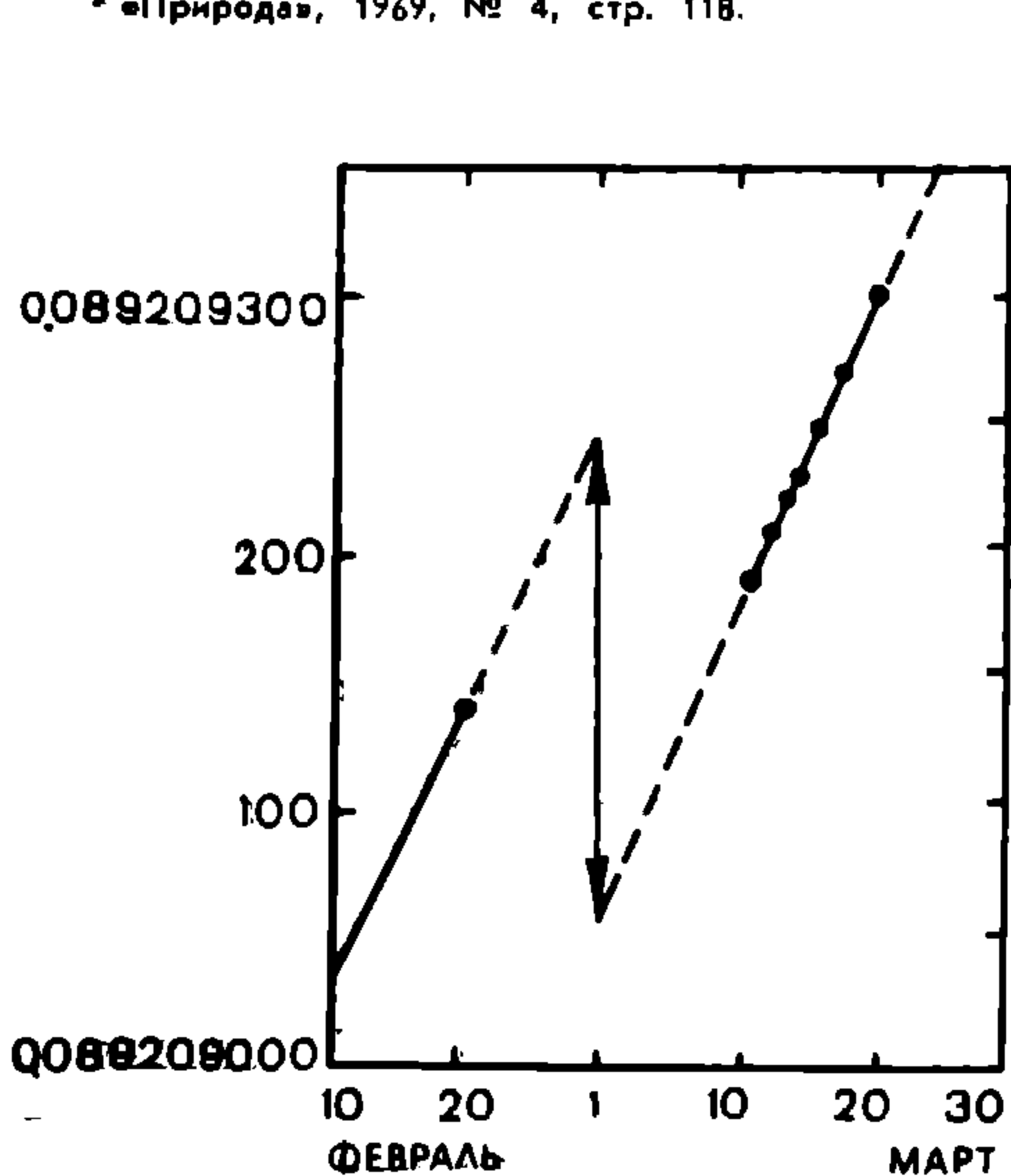
По наблюдениям Радиофизической обсерватории в Сиднее

С п р а в а

По наблюдениям обсерватории Калифорнийского технологического института

¹ «Природа», 1969, № 4, стр. 118.

¹ «Nature», т. 222, 1969, № 5190, стр. 228—230.



Очерки о химических элементах

П. Р. Таубе, Е. И. Руденко

«ОТ ВОДОРОДА ДО...?»

Изд-во «Высшая школа», 1968, 4-е издание, 407 стр., ц. 95 коп.

Уже тот факт, что за 10 лет книга выдержала четыре издания (1-е издание вышло в 1958 г. в Астрахани), — свидетельство ее признания и большого успеха. Она, действительно, нужна широким кругам читателей. В яркой, образной форме авторы излагают в книге основные сведения о 104 химических элементах: истории их открытия, распространенности в природе, химических свойствах и областях применения. При этом освещаются не только чисто химические аспекты, но и те, что связывают химию с другими научными дисциплинами и с жизнью общества. Особенно хорошо составлены разделы, посвященные более легким химическим элементам и некоторым металлам, прежде всего железу и меди, серебру и золоту, радио и урану.

Мы не перестаем удивляться самым необыкновенным на первый взгляд свойствам различных элементов. разве не поразительно, что, например, металлический литий вдвое легче воды, что водород — при нагревании — проходит сквозь палладий и платину, а жидкий гелий просачивается через все металлы? Оказывается, общеизвестная латунь настолько устойчива к износу, что в Кремлевских курантах, изготовленных из этого сплава меди с цинком, за 100 лет непрерывной работы потребовалось заменить лишь одну деталь!

Развитие современной техники предъявляет высокие требования к новым материалам, достаточно прочным при высоких температурах и устойчивым к воздействию химических реагентов и радиации. Этим требованиям отвечают некоторые редкие элементы. Так, в ракетной технике нашел применение рений, в результате чего его производство выросло за последние 30 лет с 3 г до 10 т в год. А для изготовления регулирующих стержней в атомных реакторах весьма перспективны не только гафний, но и некоторые лантаниды — самарий, европий и, особенно, гадолиний: у последнего сечение захвата медленных нейтронов — 45 000 барн, т. е. в 15—18 раз больше, чем у обычно применяемых для этой цели бора и кадмия.

Запоминаются сведения о распространенности и запасах некоторых веществ на земном шаре. Подсчитано, что разведанных месторождений урана как источника энергии человечеству хватит на 40 000 лет. В то же время редкие газы содержатся в атмосфере в очень малых количествах: на 1 м³ воздуха приходится 1 мл криптона и 0,08 мл ксенона. Исчезающе мало общее количество некоторых радиоактивных элементов: актинида кюрия имеется не более стомиллиардной доли процента, а трансуранового элемента № 101 — менделеевия — вообще нет в природе; он был синтезирован искусственным путем в количестве... 17 атомов.

Каждый элемент сопровождается в книге эпитетом, отражающим его наиболее существенные особенности. Как правило, эти краткие характеристики очень выразительны. Углерод, например, назван «миллионером»,

потому что он образует не менее двух миллионов соединений (все остальные элементы, вместе взятые, образуют всего несколько десятков тысяч соединений).

Высокой оценки заслуживают разделы исторического характера. Нельзя читать без волнения, как погибли сотни крепостных крестьян на серебряных шахтах Урала и тысячи инков на серебряных рудниках Мексики. Нельзя не преклоняться перед героическим подвигом Марии Склодовской-Кюри, записная книжка которой хранит следы радиоактивности.

К сожалению, не обошлось в книге без отдельных ошибок и недостатков. Так, стронций почему-то назван щелочноземельным, а щелочным металлом. Неверно сообщение о том, будто таллий встречается в карналлите. Ряд элементов, и в частности кислород, описан очень бледно, а сведения о некоторых важных группах химических соединений следовало бы сообщать при изложении свойств того элемента, который определяет их специфику: например, о гидридах рассказать в связи с водородом, а о перекиси водорода (и о перекисях вообще) — в связи с кислородом. Наконец, чтобы избежать повторений, было бы желательно объединить все лантаниды в отдельную главу, предпослав описанию индивидуальных элементов обобщающее вступление. То же относится к актинидам.

И тем не менее книга П. Р. Таубе и Е. И. Руденко — хороший подарок преподавателям, учащимся, всем, кто проявляет живой интерес к основам химии.

Ф. М. Перельман
Доктор химических наук
Москва

Берегите амфибионтов

В. В. Дежкин, С. В. Мараков

КАЛАНЫ ВОЗВРАЩАЮТСЯ НА БЕРЕГ

Изд-во «Мысль», 1968, 199 стр., ц. 91 коп.

Человека, впервые увидевшего вблизи угрюмые берега холодных Командорских островов, поразит их суровость даже в летнее время. А в осенние месяцы жестоких ураганных ветров и в зимнюю стужу жизнь на островах может показаться нескончаемым тяжким испытанием. Между тем именно Командоры издавна пользуются во всем мире широкой известностью своими богатейшими промыслами ценного пушного зверя. Авторы книги «Каланы возвращаются на берег» — биологи и охотоведы, много лет изучавшие полуводных зверей (амфибионтов) в их естественной среде на Командорских островах и в Воронежском заповеднике. Они делятся с читателями ценными наблюдениями, описывая жизнь этих зверей с подкупающей достоверностью.

Внимание биологов давно уже привлекает во многом загадочная и необычная жизнь амфибионтов. Животные эти много времени проводят в воде; в ней они спасаются от врагов и добывают себе корм. Приспособившись к жизни в водной среде, сухопутное прежде животное во многом изменилось. Изменения коснулись всего организма в целом: строения, поведения, физиологии размножения. Многие амфибионты (сивучи, моржи, каланы, котика, бобры и другие) так далеко зашли в своей эволюции, что свободней и лучше чувствуют себя в воде, чем на суше. Но они не порывают и с берегом, где находят их жилища или лежбища, где производится на свет потомство.

Мрачные фантастические скалы, словно зубы дракона торчащие из пены прибоя, и широкая, в два километра, полоса побережья Командор, никогда не пустуют; не избегают каланы и прибрежных водоворотов. Приобретенная за миллионы

лет сноровка и виртуозная ориентация в бурном море, великолепный глазомер — все это помогает им чувствовать себя в воде как дома.

Осенью большие стада каланов устремляются в южные моря. На путях миграции жизнь этих ценных животных оберегает эскорт из военных кораблей. Ведь еще сравнительно недавно стадам командорских котиков угрожало полное истребление. Зверобойные суда ряда зарубежных стран с заглушенными моторами, под парусами, воровски прокрадывались в тумане мимо патрульных пограничных кораблей к Командорам. И если это им удавалось, устраивали настоящую бойню. Ныне ценные животные находятся под надежной охраной государства, а промысел ведется на научной основе так, чтобы не подрывать численности стада.

Зверей-амфибионтов различных видов в нашей стране немало. Авторы, долгое время работавшие в Воронежском заповеднике, сумели увлекательно рассказать об удивительных особенностях и повадках бобров, ондатр, норок, нутрий, речных выдр и живого реликта нашей природы — русской выхухоли. Авторы подметили и собрали на страницах книги много интересных подробностей из их жизни, нашли слова и образы, способные внушить к ним теплое чувство. Рассказ об амфибионтах заканчивается словами: «Разум и энергия человека, направленные по благоразумному и благородному пути, всемогущи. Мы твердо уверены, что недалеко то время, когда люди возьмутся за охрану и восстановление природы с таким рвением, с каким они наносили ей раны, пользуясь ее дарами, уповая на ее неиссякаемость. Мы должны надеяться на лучшее».

Книга не только привлекает читателя своей приятной манерой повествования, но и заставляет задуматься о дальнейшей судьбе амфибионтов, будит гуманные чувства, сознание необходимости охраны животных. В книге много оригинальных и хорошо выполненных фотографий.

Н. Н. Ремин
Москва

Проблема использования воды

Н. Г. Овсянников

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ — НАШЕ БОГАТСТВО

Изд-во «Советская Россия», 1968, 127 стр., ц. 28 коп.

Эта книга посвящена важнейшим вопросам водохозяйственного строительства в нашей стране. Автор ее, президент Всероссийского общества охраны природы, один из руководителей мелиоративного и водохозяйственного строительства в Российской Федерации.

Актуальность освещаемых вопросов определяется все возрастающей потребностью в воде всех отраслей народного хозяйства, неравномерностью распределения поверхностного стока, растущим загрязнением и истощением водных ресурсов.

Автор книги уделяет особое внимание правильному использованию водных ресурсов в сельском хозяйстве, приводит характеристики действующих и строящихся оросительных, обводнительных и осушительных каналов и систем, анализирует вопросы правильной эксплуатации мелиоративных систем.

В главе «Водные ресурсы и перспективы их использования» Н. Г. Овсянников рассматривает структуру перспективного водоснабжения в РСФСР на период 1960—1980 гг. и объем сточных вод за этот же период.

В доходчивой для массового читателя форме приводятся сведения о гидрографической сети, о водных ресурсах страны и их распределении по отдельным ее районам, бассейнам рек и по временам года.

Автор отмечает, что хотя наша страна по водным ресурсам и среднегодовому стоку занимает первое место в мире, тем не менее сопоставление данных о потребности народного хозяйства в воде с фактически имеющимися водными ресурсами показало, что есть много районов, где водо-

хозяйственный баланс уже теперь сводится с большим напряжением, а в перспективе станет еще более жестким. Естественно поэтому, что количество и качество воды будут в дальнейшем определять развитие населенных пунктов, промышленности и сельского хозяйства ряда районов страны.

Круговорот воды в природе обуславливает тесную взаимосвязь и высокую динамичность водных источников друг с другом. Эта взаимосвязь элементов водного баланса, как справедливо отмечает Н. Г. Овсянников, вызывает необходимость регулирования речного стока, а значит и планового использования водных ресурсов.

Автор отмечает, что до сих пор не в полной мере учитывались последствия сооружения крупных водохранилищ, такие как: затопление полезных ископаемых в верхних бьефах и резкое снижение паводков в нижних бьефах; заболачивание земельных угодий и лесных массивов в связи с подтоплением земель водохранилищами; изменение режима подземных вод на удаленных от водохранилищ территориях; активизация процессов вторичного засоления земель; изменение экономики окружающих территорий и др.

Некомплексное решение водохозяйственных проблем отрицательно сказывается на распределении и направлении грузопотоков и снижает эффективность работы речного транспорта. Нарушение интересов рыбного и сельского хозяйства строительством плотин на Волге, Дону, Тереке и других реках привело к неоправданно большим площадям затопления мелководиями водохранилищ плодородных пойменных земель, сельскохозяйственных и лесных угодий и др.

Для планирования водохозяйственного баланса Министерство мелиорации и водного хозяйства РСФСР произвело районирование территории СССР по природным и экономическим признакам. В одних районах не нужны ограничения при размещении новых народнохозяйственных объектов, в других необходимо предусмат-

ривать регулирование использования местных водных ресурсов или осуществлять переброску воды с других территорий. Это, в совокупности с генеральной схемой перспективного комплексного использования водных ресурсов страны, составляемой Гидропроектом, позволит значительно удешевить водохозяйственное строительство и будет служить мощным стимулом развития всех отраслей народного хозяйства во многих ныне пустынных (засушливых, заболоченных или лесистых) районах страны.

Основные предложения, теоретические обобщения, выводы и рекомендации автора книги Н. Г. Овсянникова, имеют важное научное и практическое значение. Они широко используются Министерством мелиорации и водного хозяйства РСФСР при планировании и осуществлении водохозяйственного строительства в Российской Федерации.

Профессор Н. И. Дружинин
Ленинград

Последнее убежище диких животных

Бернгард и Михаэль Гржимек

СЕРЕНГЕТИ НЕ ДОЛЖЕН УМЕРЕТЬ

Перевод с немецкого. М. Изд-во «Мысль», 1968, 240 стр., ц. 1 руб. 21 к.

Профессор университета во Франкфурте и директор зоопарка в этом городе Бернгард Гржимек широко известен как активный деятель охраны природы, особенно много занимающийся вопросами охраны животного мира Африки. Он написал несколько книг, посвященных природе этого материка; одна из них («Они принадлежат всем», 1965) хорошо известна советскому читателю в русском переводе. Из книг Б. Гржимека явствует, что того богатства животного мира Африки, о котором каждый образованный европеец слышал с детских лет, давно уже не существует. Сохранился только миф о богатстве, который поддерживается туристами, перелетающими на самолетах из одного африканского заповедника в другой. Там животных действитель-

но много. Но вне заповедников на огромных пространствах саванн встретить антилопу, льва а, тем более, носорога почти невозможно.

Автор не ставит перед собой невыполнимой задачи — вернуть Африке ее бывшее богатство животного мира. Цель гораздо скромнее, но зато и реальнее: необходимо, утверждает Б. Гржимек, спасти от уничтожения последние убежища бывшего великолепия материка — заповедники. В рецензируемой книге речь идет о Серенгети — одном из наиболее интересных заповедников, расположенных в Восточной Африке. Намеченное в свое время правительством Англии изменение границ этого национального парка побудило Б. Гржимека совершить вместе с сыном Михаэлем рискованный перелет на маленьком самолетике из Франкфурта (ФРГ) через Алжир и ОАР в Танзанию. Там они задумали провести учет диких животных. С этой целью отец и сын Гржимек обследовали обширный район, в частности знаменитый кратер Нгоронгоро. Основной задачей их экспедиции было определить пути миграций копытных: проходят ли они целиком в пределах заповедника Серенгети, или частично вне его границ. Описанию полета и всей последующей работы в Африке и посвящена рецензируемая книга. Она начинается с веселого описания первых успехов обоих Гржимеков в летном деле и заканчивается трагической гибелью младшего Гржимека в результате столкновения его самолета с грифом.

Книга написана в свойственном Б. Гржимеку увлекательном и очень живом стиле. Она читается легко, как приключенческий роман. А между тем в научном отношении она совершенно точна и ценна для нас своей познавательной стороной и той идеей, которой пронизана. На каждой ее странице мы видим проявление горячей любви к природе, заботу об исчезающем животном мире Земли, видим веру в человека, могущего спасти природу от уничтожения.

Автор рисует яркие картины бесмысленного уничтожения животных Африки наезжими европейскими

охотниками (некоторые из них за одну только сафари убивали до сотни львов!); поскольку такую добычу практически невозможно использовать, охотники везут в Европу или Америку в качестве «трофеев» только хвосты уничтоженных животных. Неизмеримый ущерб фауне континента нанес некий Ю. К. Горлей, имя которого, как пишет Б. Гржимек, будет упоминаться в истории с наименьшим негодованием, чем имя Герострата.

По мнению Горлея, для уничтожения мухи цеце нужно перебить всех диких животных в районе распространения мухи — тогда мол вымрет и цеце, питающаяся их кровью. И вот за короткий срок были истреблены сотни тысяч диких животных саванн. Но ожидаемого результата эта бессмысленная бойня не дала: цеце могут питаться кровью мелких животных, в частности грызунов, которых никогда не удастся уничтожить полностью.

С большим интересом читаются страницы, посвященные описанию мечения животных нейлоновыми ошейниками, эксперименты с наркотическими зарядами, красочные описания эпизодов «внутренней жизни» отдельных видов животных и др.

Прекрасный натуралист, Б. Гржимек не ограничивается, однако, только природой. Немало внимания он уделяет человеку и прежде всего — коренному населению африканских стран. Он хорошо понимает всю вздорность утверждений расистов о так называемой неполноценности африканцев, и из содержания книги мы легко убеждаемся, что слова ее автора «Для меня лично африканец — равноправный человек и брат» (стр. 112) не просто фраза, а выражение истинных взглядов ученого.

Книга переведена постоянным переводчиком Гржимека Е. А. Геевской. Перевод следует признать очень удачным: верно схвачен дух книги, юмор автора, легкость его слога. Книга иллюстрирована множеством фотографий, снабжена очень удачно выполненной суперобложкой. Остает-

ся только поблагодарить издательство «Мысль» за выпуск этой прекрасной книги и пожелать, чтобы оно в скором времени порадовало нас новыми произведениями этого любимшегося советскому читателю автора.

Профессор Н. А. Г л а д к о в
Москва

Акулы: вред и польза

Г. Мак-Кормик, Т. Аллен, В. Янг
ТЕНИ В МОРЕ

Л., Гидрометеиздат, 1968, 296 стр., цена 70 коп.

Научно-популярная книга известного океанолога Гарольда Мак-Кормика, профессионального ловца акул капитана Вильяма Янга и журналиста Тома Аллена «Тени в море» начинается впечатляющими рассказами свидетелей нападений акул на людей. Свирепость, пугающая настойчивость в преследовании намеченной жертвы раскрываются в многочисленных показаниях очевидцев и потерпевших. Авторы дают объективную оценку опасности, которую несет любая встреча с акулой. Мысль о невозможности предвидеть поведение этих хищников при встрече с человеком настойчиво проводится в книге.

Авторы знакомят с историей поисков средств, призванных обезопасить рыбаков, купальщиков, спортсменов и потерпевших крушение на кораблях и самолетах от нападения акул. Химические, электрические и взрывные средства отпугивания исследуются в экспериментах, которые дают пока противоречивые результаты. Авторы считают, что действенного репеллента, который надежно защитил бы человека в море от акул, еще не найдено. Но если жизнь и здоровье человека все еще нуждаются в защите от акул, а борьба с ними носит часто случайный характер и не развернута повсеместно, то спортивная охота на «тигров морей» пользуется популярностью, несмотря на очевидный риск.

Акулы служат источником сырья для кустарных изделий, находящихся все более широкое применение. Акулья кожа в мелкой чешуе применяется для полировки твердых пород древесины, мрамора и начесывания ворса на фетре. Из акульей кожи изготавливают приводные ремни для трансмиссий. Самая дорогая кожа — боро — используется для изысканных поделок. Освобожденная от чешуи и окрашенная в разные цвета, акулья кожа дает прекрасную шагрень.

По насыщенности витаминами жиры из печени акул превосходят рыбий жир из тресковой печени в 10 раз (акула катран) и даже в 100 раз (суповая акула). Акулье мясо как пищевой продукт широко используется; оно — традиционное блюдо в целом ряде стран. Специальные исследования, проведенные комиссией Организации Объединенных Наций, выявили возможность получения из акульного мяса рыбной муки. В ней содержится 85% животного белка, тогда как в свежем мясе и рыбе только 15%. Из всех пищевых продуктов, созданных человеком, рыбная мука стоит на первом месте по содержанию животного белка.

Отдельная глава книги посвящена легендам, преданиям и ритуальным обрядам, связанным с акулами. В заключительных разделах авторы кратко излагают анатомические и физиологические особенности акул и скатов, палеонтологическую историю и описывают наиболее распространенные или примечательные семейства и виды. Книга призвана привлечь внимание широких кругов советских читателей к интереснейшей группе промысловых рыб, до сих пор остающихся во многом неизученными.

Г. М. М а н г р о в
Москва

Энергия движущихся шаров

Уважаемая редакция! Приведу тривиальнейший случай, который, как мне представляется, сулит энергетическую выгоду.

Если два шара одинаковой массы m покоятся на столе, их кинетическая энергия относительно стола и относительно друг друга равна нулю. Но если эти же шары толкнуть навстречу друг другу так, чтобы они двигались с одинаковой по абсолютной величине скоростью v , будет затрачена энергия

$$E_1 = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = mv^2,$$

а для относительного движения, если один из шаров считать покоящимся в связанной с ним системе координат,

$$E_2 = \frac{m(2v)^2}{2} = 2mv^2.$$

Итак, затратив mv^2 , мы получаем $2mv^2$. Заманчиво, не правда ли?

А. К. Манеев
Минск

А. К. Манееву отвечает научный сотрудник Института химической физики АН СССР А. Г. Четвериков.

Уважаемый товарищ! Ваше заключение ошибочно по следующим причинам. Закон сохранения механической энергии имеет смысл лишь для процессов, происходящих в определенной системе координат. Такой системой координат можно считать, например, стол, фигурирующий в Вашем примере. Очевидно, что в этой системе энергия двух шаров, пущенных навстречу друг другу, будет равна mv^2 , как и в случае шаров, пущенных параллельно друг другу. Все явления, которые могут происходить с двигающимися противоположно друг другу и сталкивающимися шарами, определяются этой величиной энергии.

Рассмотрим, например, переход механической энергии в тепловую при абсолютно неупругом столкновении двух шаров в системе координат, движущейся равномерно и прямолинейно со скоростью v в том же направлении, что и один из шаров, который в этой системе координат будет неподвижным. Тогда второй шар движется в этой системе координат со скоростью $2v$ и импульс его равен $2mv$. После неупругого столкновения слипшиеся шары (общая масса $2m$) по закону сохранения импульса будут иметь тот же импульс $2mv$ и скорость v (все это в движущейся системе координат, которая продолжает быть движущейся и после столкновения, сопровождающегося остановкой шаров по отношению к столу). Энергия слипшихся шаров будет $\frac{2mv^2}{2} = mv^2$. Таким

образом, первоначальная энергия одного шара была $2mv^2$, после столкновения энергия двух шаров (в движущейся системе координат) будет mv^2 и в обеих рассмотренных системах координат в тепло перейдет одно и то же количество энергии.

Итак, механическая энергия — это пример такой величины, которая имеет смысл, лишь будучи определенной в единой для всех рассматриваемых процессов системе координат.

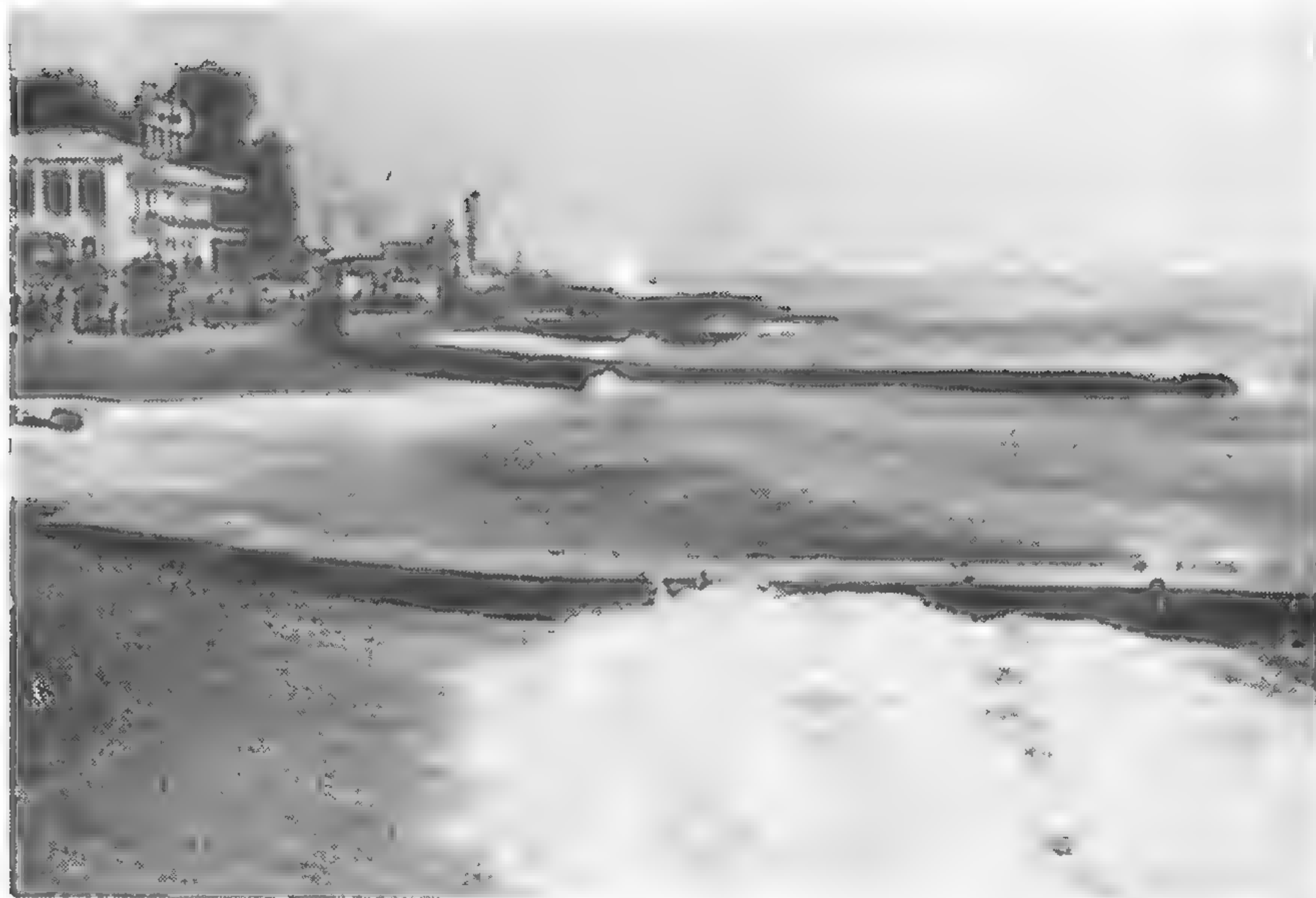
Сделанный Вами ошибочный вывод, что при движении двух шаров навстречу друг другу выигрывается энергия, равная mv^2 , возникает из-за того, что один раз эта энергия подсчитывается в системе координат, связанной со столом, а второй раз — в системе координат, движущейся с одним из шаров.

Еще о пляжах Черноморья

В последние годы черноморским пляжам был нанесен существенный ущерб. Так, на участке Туапсе — Адлер ширина пляжа сократилась на 15—20 м. Тревожные сигналы по этому поводу не раз появлялись в нашей печати, несколько раз выступал на эту злободневную тему и журнал «Природа»¹.

Истощение, а в ряде мест исчезно-

¹ См., например, статьи в «Природе», №№ 2, 5 и 11 за 1961 г.; № 3 за 1962 г.; № 5 за 1968 г. и др.



Морской берег, укрепленный поперечными бунами. Волны загоняют галечник в «карманы» между бунами, намывая пляж

вание пляжей произошло главным образом потому, что, развернув небывалое строительство курортов и дорог, строители выбрали с пляжей и из русел горных рек миллионы кубометров гравия. Равновесие, ранее установившееся на морском берегу, резко нарушилось.

Известно, что пляжи имеют не только лечебное значение. Они защищают берег от волноприбойного действия моря. С уменьшением ширины пляжей абразия и оползни создали большую угрозу всему берегу.

Сейчас добыча гравия на пляжах и в руслах рек запрещена. Однако эта мера лишь замедлила процесс истощения пляжей и не остановила разрушение берегов. Необходимо расширить пляжи до прежних размеров. Но как?

В начале этого года принято постановление¹ правительства о неотложных мерах по защите берегов Черного моря и рациональному использованию территории курортов Черноморского побережья. В 1969—1970 гг. решено провести первоочередные берегозащитные работы. Что нужно предпринять, чтобы море не угрожало берегу и курортному строительству?

Интересную работу в этом направлении провели сотрудники Сочинской лаборатории морских берегозащитных сооружений. Они установили, что выносимая в море речная галька кочует в береговой зоне и быстро истирается, превращаясь в песок и глину. На одном километре берега ежегодно истиралось до 1000 м³ галечного материала. Мало того, господствующие новороссийские штормы, подходящие к берегу под острым углом, гонят гальку от Туапсе в сторону Сочи и Сухуми со скоростью иногда до 900 м в сутки. За год через сочинские берега уходит безвозвратно 30 тыс. м³ гравия. Этот бесполезно кочующий поток береговых наносов и решено задержать, чтобы расширить пляжи.

С помощью плавучих кранов строительного-монтажного отряда № 7 треста «Новороссийскморстрой» начал монтировать бетонные блоки и создавать поперечные дамбы (буны) длиной около 50 м, протягивающиеся от берега в сторону моря под прямым углом. Это своего рода ловушки, расставленные на пути миграции гальки. Остальное делает само море. Оно загоняет галечник в «карманы» между бунами и намывает пляжи.

Чтобы ускорить процесс пляжеобразования, в промежутки между бунами засыпают обломочный материал,

привозимый из отдаленных каменных карьеров. Искусственно насыпанные пляжи в пределах Большого Сочи уже протянулись на 6 км.

Местами применяется и другой способ защиты берега и намывки пляжа. На дне моря, на некотором расстоянии от линии уреза (30—50 м) и параллельно ей, укладываются подводные бетонные барьеры — волноломы. Скошенный край волнолома обращен в сторону моря. Набегая на такой барьер, волна опрокидывается, теряет часть своей энергии. При этом создаются условия для накопления пляжа между берегом и волноломом. В наиболее уязвимых местах берег укрепляют бетонными и каменными стенами с криволинейным очертанием передней грани. Такие волноотбойные стены протянулись, например, вдоль железной дороги и в черте г. Сочи на десятки километров.

К сожалению, берегоукрепительные работы ведутся, как правило, выборочно: только там, где в данный момент разрушение берега приняло особо опасный характер. Это не дает надлежащего эффекта, так как укрепление берега на небольшом участке часто сопровождается усилением разрушительной деятельности моря на соседнем. Нужно преобра-

¹ «Известия» № 23 от 27 января 1969 г.

зовывать сразу большие отрезки побережья.

В работах по наращиванию пляжей необходимо придерживаться определенной системы. Поскольку основной поток береговых наносов направлен с северо-запада на юго-восток, то пляжеобразование, как я считаю, следует вести в обратном направлении, т. е. с юго-востока на северо-запад. Это позволит задержать больше береговых наносов.

Совершенствование методики берегоукрепительных работ поможет быстрее восстановить замечательные пляжи Черноморья и надежно защитит от морской стихии лучшую курортную зону страны.

А. И. Печёрин

Кандидат географических наук
Краснодар

Поваренная соль из морской воды

Читателя В. А. Лавринова (Тбилиси) интересует, как извлекают пищевую соль из морской воды. Отвечаем на этот вопрос.

На солнце соль из морской воды выпаривали еще в древности: в Египте, Греции, Риме, Китае; в Шотлан-

дии и в Древней Руси соль выпаривали в чанах на огне. Солеварение было широко развито в северных русских землях; на Белом море оно известно с XI в.

В водах Мирового океана в растворенном состоянии содержится $3,8 \cdot 10^{16}$ т поваренной соли. Ее запасы настолько велики, что могут обеспечить потребность человечества более чем на миллиард лет. Это — без учета добычи каменной соли на суше и получения поваренной соли из рассолов, извлекаемых из недр Земли через скважины.

В настоящее время треть поваренной соли, добываемой во всем мире, получают из морской воды. Такие страны, как Китай, США, Индия, Италия, Франция, Англия, ЮАР, значительную часть соли получают из океана, а Японии море дает половину всей соли. Из морской воды соль выпаривают также в Демократической Республике Вьетнам, Объединенной Арабской Республике, Австралии, Ливане и других странах. В Ливане большие участки побережья выглядят как мозаика из зеркальных квадратов и прямоугольников площадью преимущественно по 8—10 м² — это район выпаривания соли. Как же это делается?

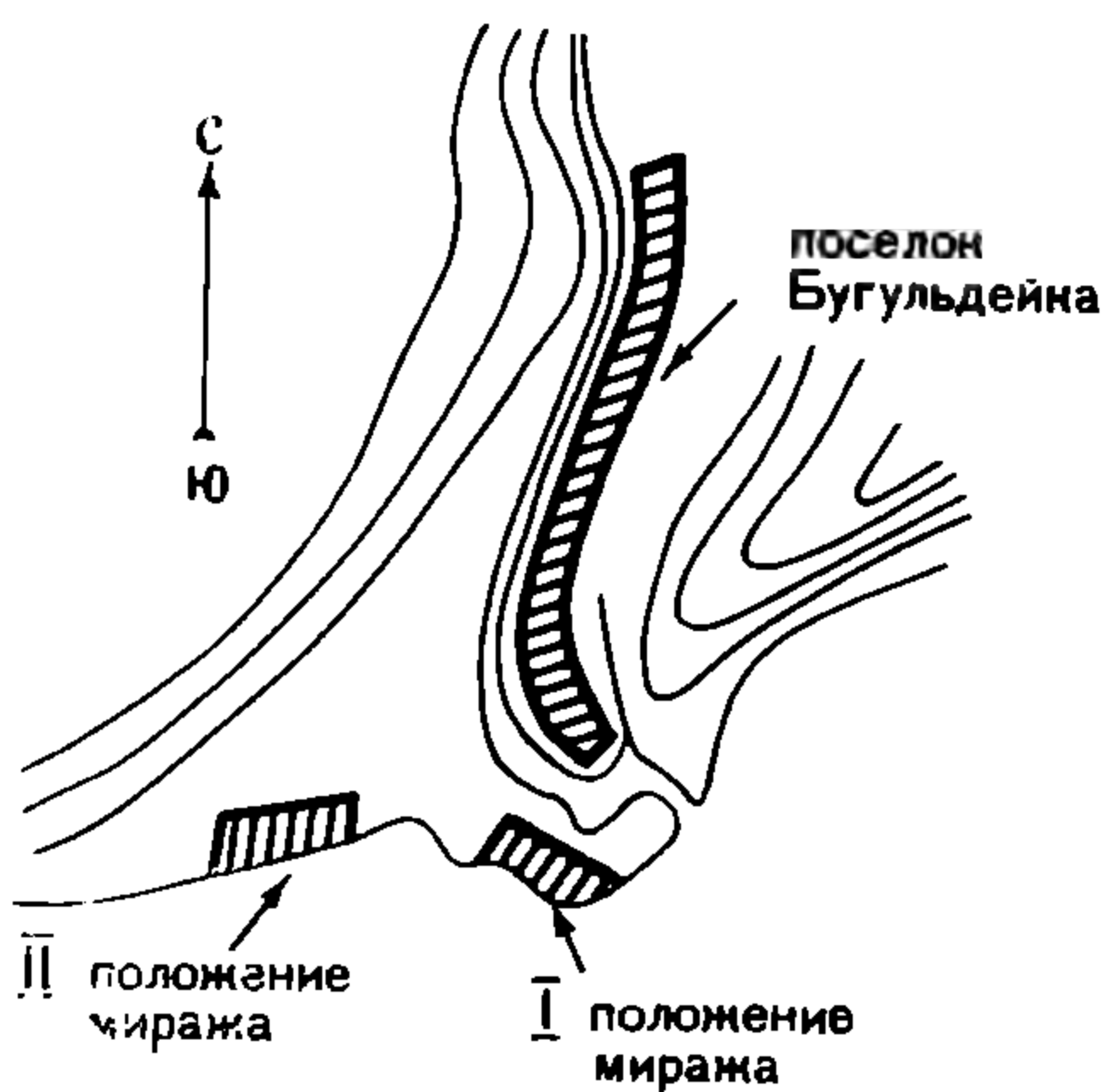
Существует несколько способов получения поваренной соли из морской воды. Вот один из них, распространенный в странах с теплым и сухим климатом. На берегу моря сооружаются специальные бассейны, в которые через каналы со шлюзами пропускают морскую воду (в некоторых местах ее перекачивают насосами). В бассейнах солнце нагревает воду, она отстаивается и очищается от взвешенных частиц. Затем воду перекачивают в меньшие по размеру бассейны глубиной 30—40 см. Здесь из воды выпадает сернокислый кальций (гипс). Когда количество воды уменьшится до 1/10 первоначального объема, ее направляют в еще меньшие по площади бассейны примерно той же глубины. Дно этих бассейнов покрывают плитками гипса, извлеченного из предыдущих бассейнов и спрессованного, чтобы сделать плитки непроницаемыми. В этих бассейнах (их называют соляными площадками) и осаждается поваренная соль. Когда слой ее достигнет 4—6 см, оставшийся раствор спускают в море. Соляной пласт некоторое время сохнет на солнце, после чего соль скалывают. При таком способе из 1 тыс. м³ морской воды получают примерно 1,3 т поваренной соли.

«Шагающий» мираж на Байкале

О частых миражах на Байкале в журнале «Природа» писалось еще в 1965 г.¹ Однако перемещающийся мираж — явление довольно редкое. Нам посчастливилось его наблюдать 6 июля 1968 г. возле пос. Бугульдейка, в 120 км к северу от устья р. Ангары.

Наш катер шел вдоль берега. Впереди виднелись сглаженные горы мыса Бугульдейка. Не доходя 5 км до этого мыса, на его восточных возвышенностях в 21 час 00 мин. по местному времени мы увидели изображение поселка, состоявшего приблизительно из 20 домов. Причем казалось, что дома находятся на удалении лишь одного километра. Особенно хорошо были видны одноэтажные небольшие дома; некоторые из них были бледных цветов — голубого, зеленого и розового. Прошло около 5 минут. За это время катер, двигавшийся со скоростью 20 км в час, несколько изменил курс и пошел к востоку. Мираж переместился на западную часть мыса (см. рис.). Теперь те же постройки появились на другом месте и под некоторым углом. Мираж был виден 10 минут.

В действительности пос. Бугульдейка находился на северной стороне мыса, и сам поселок, а не его мираж, мы смогли увидеть только после того,



Глазомерная схема миражей у пос. Бугульдейка

как обогнули мыс. Кроме меня, мираж видели старшина катера В. П. Лешкевич и член команды Г. В. Шалашева. Чем можно объяснить частые миражи на Байкале? Нам кажется, что, с одной стороны, в гладкой поверхности озера берега отражаются, как в зеркале, а с другой — над Байкалом часто появляются туманы, которые распространяются иногда на участках от нескольких метров до нескольких сот метров. Толщина тумана иногда измеряется метрами. Наконец, возможно, слоистые облака также отражают береговые предметы, и таким образом получается система «зеркал», при помощи которых передается изображение.

Е. Ф. Малева
Доктор геолого-минералогических наук

Петропавловск-Камчатский

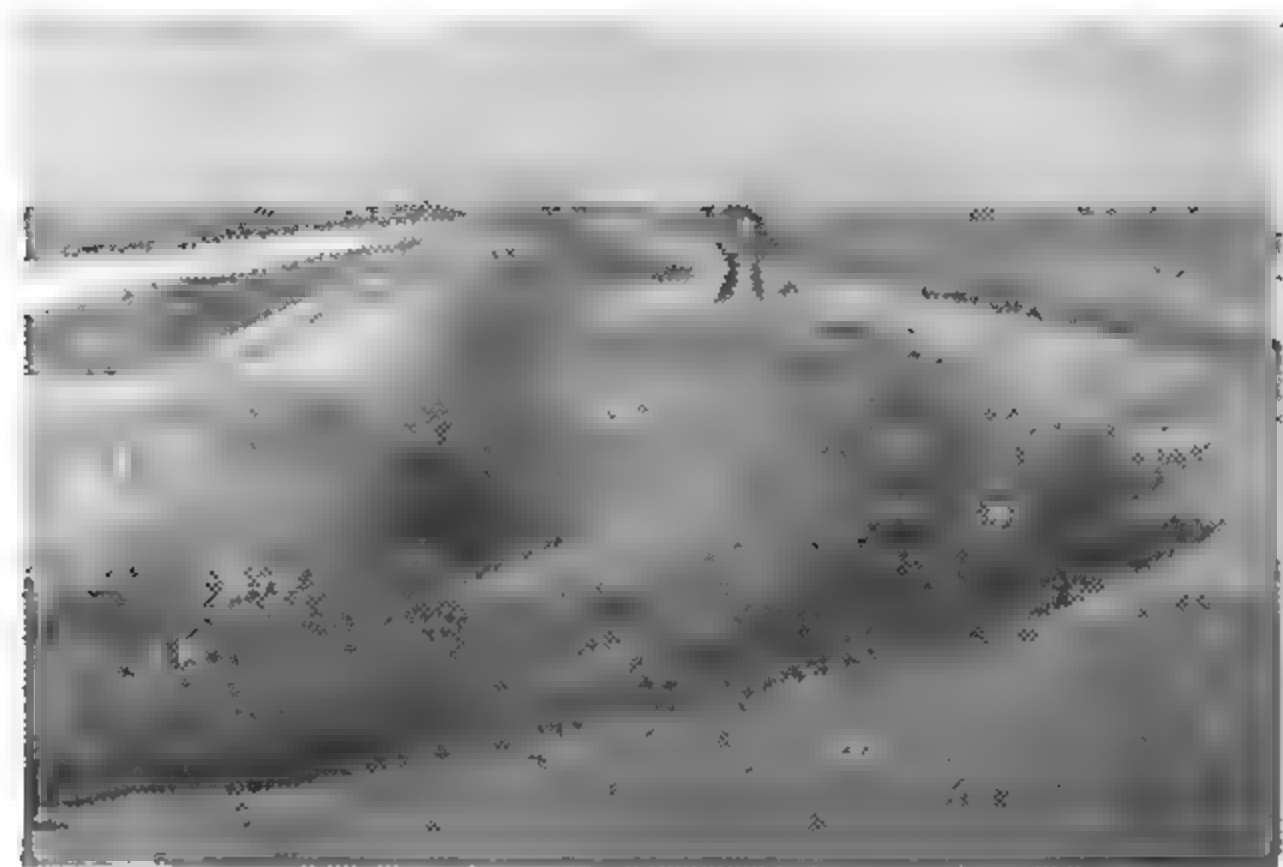
Пыльные бури на Дону

Зима 1969 г. запомнится жителям Дона на долгие годы. В журнале «Природа» уже сообщалось¹, что в январе и особенно в феврале в южнорусских степях бушевали пыльные бури, причинившие ущерб народному хозяйству. В бассейне Нижнего Дона они повторялись многократно. При господствовавших ветрах восточных румбов сила их порой достигала 30—40 м/сек, а температура воздуха держалась от —8 до —17°С.

Спустя две недели мы попали в некоторые районы Ростовской области и увидели те следы, которые оставила на поверхности земли разбушевавшаяся стихия. На больших площадях бывших посевов озимых возникли своеобразные аккумулятивные формы рельефа, особенно ярко выраженные в лесополосах. У меридионально расположенных лесных полос образовались большие асимметричные снежно-земляные валы высотой на наветренной стороне 1,5—2 м, шириной 25—45 м. Сложены они чередующимися слоями почвогрунта и грязного снега, а с поверхности покрыты сравнительно толстым (10—20 см) слоем рыхлой пыли. У менее продуваемых лесополос снежно-земляной вал, как правило, уже и выше, а в хорошо продуваемых лесных по-

¹ «Природа», 1965, № 9.

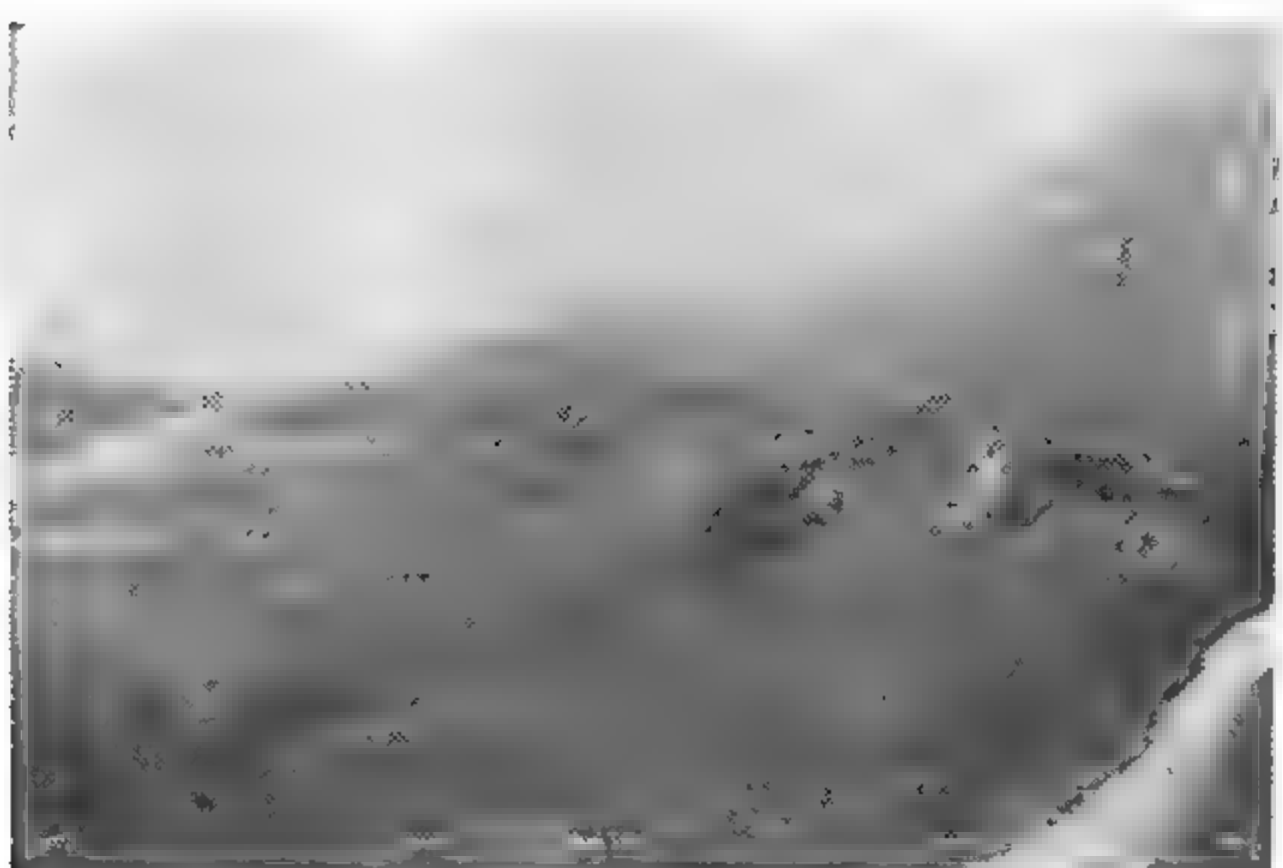
¹ «Природа», 1969, № 5, стр. 124.



Снежно-земляной вал на заветренной стороне лесополосы, идущей вдоль шоссе Ростов — Новочеркасск



Наносы у построек в хуторе Слава Труды. Багаевский район



Распределительный канал Азовской оросительной системы после пыльных бурь

лосах — шире и значительно ниже.

Большие скопления продуктов разветвления (дефляции) возникли у непроницаемых преград — плотных заборов и зданий.

В зоне Азовского магистрального оросительного канала многие распределители воды были почти полностью засыпаны снежно-земляной массой. Однако там, где лесные полосы, особенно меридионального направления, расположены на сравнительно небольшом (500—600 м) расстоянии одна от другой, даже временные оросители не подверглись разрушению и вполне пригодны для использования. Посевы озимых с дружными всходами и защищенные хорошо спланированными лесополосами пострадали во время пыльных бурь значительно меньше, и заметных следов дефляции на таких полях не наблюдается.

Таким образом, мы имели возможность убедиться на деле, какое большое значение имеют полевые защитные полосы в борьбе с пыльными бурями. При этом большую эффективность в наших условиях имеют меридионально расположенные лесные полосы, находящиеся на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга. Наиболее целесообразно размещать основные лесные полосы в 500 м, а вспомогательные — в 1—1,5 км друг от друга. Не менее важное условие защиты посевов от дефляции — обеспечение дружных всходов озимых. Там, где всходы были крепкие, они помешали развеять наиболее плодородный слой почвы.

П. Ф. Молодкин
Кандидат географических наук
И. В. Семенов

Химики шутят

Все химики знают солидный немецкий журнал «Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft» и столь же почтенный реферативный журнал «Chemisches Zentralblatt». Но кому известна забавная история о том, как «Chemisches Zentralblatt» поссорился с «Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft?».

В одно прекрасное осеннее утро 1886 г. профессору Рудольфу Арендту, редактору «Chemisches Zentralblatt», принесли свежий, еще пахнущий типографской краской, номер журнала. По синеватой обложке и характерному шрифту профессор сразу узнал «Berichte», распорядился немедленно расшить его и раздать референтам. У Арендта был маленький, но очень работоспособный коллектив сотрудников. Обычно журнал, попав утром на редакторский стол, к вечеру уже бывал отреферирован, так что рефераты в «Chemisches Zentralblatt» появлялись не позже, чем через месяц после выхода оригинальной статьи.

Но на этот раз все шло не так гладко, как всегда. В кабинете редактора появился Зауэр, референт пунктуальный и к юмору не склонный.

— Профессор,— сказал он,— я не знаю, как реферировать статью этого господина Водкиуса. Вот, послушайте-ка: «...Господин Злюка почел себя вправе уязвить меня тем, что, по его мнению, точка плавления пиридил-1 - бериллий-4-хлорбромхинолина, определенная мною как $67,28^\circ$, на самом деле будто бы лежит при $67,31^\circ$ C!!! Я тщательно повторил свои опыты, использовав большое число чрезвычайно точных термометров, и

подтвердил свои прежние результаты. Совершенно непонятно, как при таких обстоятельствах г-н Злюка дошел до обвинения меня в неточности. Во всяком случае г-ну Злюке следовало бы хорошенько проверить свои данные, прежде чем выступать с такими неслыханными нападками на коллегу!!!!...». Что вы на это скажете, профессор? — прервал чтение Зауэр.— Этот тон и количество восклицательных знаков...

— Водкиус... Злюка...— подумал Арендт.— Что за странные имена полезли в науку, откуда они?

Но вслух спокойно возразил:

— Не вижу здесь ничего особенного, коллега. Наше столетие знает полемике еще более резкие. Вы помните, как обрушился знаменитый Либих на своего французского ученика Жерара, нашедшего ошибки в анализах маслянистого учителя? Арендт взял с полки томик «Annalen der Chemie und Pharmazie» за 1864 г. и вслух прочел: — Юстус Либих. «Господин Жерар и органическая химия», стр. 96. «Один мой друг,— пишет Либих,— считает господина Жерара бесстыдным лжецом, и я убедился, что он прав». И далее... «Жерар описывает опыты, которых не делал, соли, которых не видел, приводит анализы, которых не производил». На стр. 116,— продолжал Арендт,— Либих сравнивает поведение Жерара в химии с поведением грабителя с большой дороги, который обирает мирных путников, а потом не стыдится разгуливать по городу, увешанный награбленными драгоценностями¹... Арендт

перелистал несколько страниц и продолжал:

— Досталось от Либиха и Лорану, другу Жерара. Послушайте-ка: «Всей своей деятельностью он, по-видимому, преследует единственную цель — преуменьшить значение других и за счет их оклеить себя золотой бумагой, наподобие некоего театрального героя». Так что,— заключил Арендт,— ничего особенного в вашей статье нет.

Референт уже собрался уходить, как вдруг в комнату ворвался обычно всегда спокойный Вагнер.

— Извольте посмотреть, до чего дошел этот Свинкинс из Чикаго! — воскликнул он и с чувством продекларировал: «Получение свиного жира. Американский патент 7865386 от 17 августа 1886 г. Живую свинью экстрагируют бензолом в специальном аппарате с отверстием для головы животного. Вместо бензола можно использовать петролейный эфир, сероуглерод, погоны нефти или смоляное масло. Экстракцию продолжают до тех пор, пока растворитель не перестанет оставлять жирное пятно на бумаге. После экстракции свинью, как правило очень голодную, извлекают из аппарата и доводят до готовности к новой экстракции, откармливая ее определенным сортом углеводов, например сахаром...»

— Дайте сюда эту чушь! — гаркнул выведенный из равновесия Арендт. Внимательно осмотрев столь знакомый ему журнал, он, наконец, заметил нечто необычное. В заголовке, вместо «Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft» — Доклады немецкого химического общества,

¹ Цит. по книге Э. Гвельта «История органической химии», Харьков — Киев, 1934, стр. 178.

было напечатано «Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft» — «Доклады жаждущего химического общества», иначе говоря, — «Общества химиков — любителей выпить». А чуть пониже названия журнала красовалось: «Неслыханный год издания».

— Неслыханно, неслыханно, — повторял ошеломленный редактор. — Я им покажу!

И показал. Начиная с ноября и до конца 1886 г. в еженедельных выпусках «Chemisches Zentralblatt» не появилось ни одного реферата на статью из настоящих «Berichte»...

Кто же были эти «они», придумавшие такую шутку? С достоверностью можно назвать двоих. Один из них, Отто Витт (1853—1915 гг.), — профессор технической химии в Берлинской высшей технической школе, впоследствии — председатель Немецкого химического общества, известный своей теорией связи окраски и состава (теория хромофоров). Кроме всего прочего, он был остроумным собеседником и писал неплохие стихи. О другом, менее известном химике, Эмиле Якобсене, мы знаем только, что это не тот Якобсен, чьим именем названа одна реакция органической химии, и что особенно интенсивно Эмиль Якобсен работал в 1864—1888 гг. тоже в области красящих веществ и жил в Берлине. По шуточному «Berichte» видно, что он обладал поэтическим даром.

В сентябре 1886 г., как объясняют Витт и Якобсен, по причине слишком жаркой погоды, а на самом деле, по-видимому, по случаю большого съезда естествоиспытателей в Берлине эти два химика написали шуточный номер «Berichte» и отпечатали в той же типографии, теми же шрифтами, что и серьезные «Berichte», выдержав сходство до мельчайших подробностей. Тираж этого номера был так мал, что он тотчас же стал библиографической редкостью. Историю его находки в библиотеке Института элементоорганических соединений АН СССР смело можно сравнить с приключениями Ираклия Андроникова.

Перелистаем же этот номер. На второй стороне обложки, там, где в серьезных «Berichte» напечатаны выдержки из устава Немецкого химического общества, тоже имеются выдержки... из устава Общества химиков — любителей выпить. Среди пунктов этого устава есть и такие: «Ответственность за публикуемые сообщения всецело ложится на читателей»... «Членов Общества призывают прополаскивать свои жаждущие глотки исключительно в буфете Общества»... «Все денежные пожертвования (сколь бы ни были они щедры и многочисленны) следует направлять казначею Общества, который также готов принимать подношения для него самого»..

Затем идет оглавление: Чай и Что-Ни-Дай. О значении получения алкоголя; А. Л. Колкоголик и Ф. Ф. Градус. Синтез коньяка; А. Спекульянц. О взаимосвязи строения и кристаллической формы. Забавно перевраны названия известных химических журналов: «Журнал непрактичной химии» вместо «Журнала практической химии». «Еженеельный химический листок» вместо «Еженедельного». «Теохимический журнал» вместо «Биохимического». В алфавитном списке авторов мы найдем знакомого уже Водкиуса, Пиволюба, Запора, Хара-Кири, господина N. N. и Толстяка. Толстяк патентует способ получения искусственного молока. Способ очень прост. Берем известковое молоко (суспензия CaCO_3 — мела — в воде), прибавляем такое количество щавелевой кислоты, чтобы все «известковое» выпало в осадок, и фильтруем. «Известковое» остается на фильтре, а «молоко» проходит в фильтрат!

В конце номера, как полагается, список опечаток: вместо «пират-доцент» следует читать «приват-доцент», вместо «четырежды иудированный» «четырежды йодированный». Ну, и кому не лень заглянуть в немецко-русский словарь, пусть посмотрят, что получится, если вместо «Drahtdreiecke» напечатать «Drahtdrecke».

К номеру есть два приложения. Во-первых, протокол заседания Общества от 20 сентября 1886 г. под пред-

седательством Ауйста Кулеке (явно — это слегка замаскированный тогдашний президент Немецкого химического общества Август Кекуле). Назначена премия в 1000 марок за «изыскание богатого дядюшки, который бы завещал все свое состояние Обществу химиков — любителей выпить».

Второе дополнение — необычное для химического журнала, поэтическое. В ритме популярных немецких песенок того времени (типа «Ах, сколько звездочек на небе») написаны «Меланхолия хинолиновой молекулы», «Щелочная песня» и другие.

Вот мы добрались до четвертой стороны обложки. Здесь, как водится, объявления:

«Д-р Р. Проньра. Домашние анализы. Определение желаемой цифры содержания любого компонента во всевозможных продуктах немедленно после получения гонорара. Образцы, подлежащие анализу, присылать не обязательно».

«Фабрике анилиновых красителей требуется технический директор, по научно-техническому опыту и уровню своего образования способный к одновременному исполнению обязанностей ночного сторожа».

При просмотре журнала только невнимательный читатель заметит одно «голое смехачество». Но если вчитаться в статьи этого номера, сквозь искры смеха можно разглядеть смелые гипотезы, получившие свое «серьезное» рождение лишь десятилетия спустя. Возьмем для примера статью Дотошного «К вопросу о строении бензола». «Различные научные дисциплины, — пишет автор, — должны помогать друг другу. Я обнаружил, что зоология может оказаться прекраснейшим вспомогательным средством для понимания поведения атома углерода. Подобно тому как атом углерода обладает четырьмя единицами химического сродства (валентностями), представители семейства четвероруких имеют 4 конечности, которыми они захватывают разные предметы и могут сцеплять-

ся друг с другом. Вообразим себе теперь группу из шести представителей этого семейства, например тасасус супосерфалус, которые сцепились попеременно то одной, то двумя конечностями (см. рис. внизу, слева), образовав кольцо, и мы получим полную аналогию с шестиугольником бензола, по Кекуле. Но ведь вышеназванные макаки, кроме четырех конечностей имеют и пятый хватательный орган, а именно хвостовой придаток. (Вот оно! — прервем мы автора. Кроме четырех лап у обезьяны есть хвост. Кроме четырех нормальных валентностей у атома углерода есть дополнительная возможность к соединению — остаточное сродство. От этой аналогии атома углерода с обезьяной мы приходим к теории парциальных валентностей, выдвинутой Тиле в 1899 г. У атомов углерода, соединенных двойной связью, химическое сродство расходуется не полностью, остается парциальная валентность, по которой и идет в первую очередь присоединение. Но послушаем нашего автора.) Если принять во внимание наличие хвоста, шесть индивидуумов можно связать в кольцо и другим способом. Так получается следующая картина (см. рис. внизу, справа). Кажется в высшей степени вероятным, что име-

ется полная аналогия между тасасус супосерфалус и атомом углерода. В таком случае у каждого С-атома тоже есть хвост, который хотя и не является нормальной валентностью, все же может участвовать в связи. Как только в игру вступает этот придаток, который я назову «хвостовым остаточным сродством», образуется вторая форма кекулевского шестиугольника, отличная от первой. (Тут мы снова отвлечемся. На правом рисунке изображено не что иное, как полуторная связь, установленная в пятидесятых годах XX в. Мы имеем жесткий шестиугольник из одинарных связей — руки макак — и непрерывно меняющиеся попарно зацепляющиеся связи — кольцевые электронные токи. Такова современная концепция ароматичности). Бензол принимает то одну, то другую форму. Гипотеза, что молекула перестраивается в соответствии с потребностью экспериментатора привести ее в наимудобнейшую для себя форму, несомненно принадлежит к самым значительным достижениям критически мыслящего человеческого разума». Под этими словами, написанными в то время, когда к понятиям подвижной изомерии — таутомерии — относились с большой осторожностью, теперь подпишется любой хи-

мик-органик. Статья датирована маем 1886 г.

Итак, кто же выдвинул теорию парциальных валентностей: Тиле в 1899 г. или г-н Дотошный в 1886?

Тут мы расстанемся с вами, читатель. На прощанье нам хочется поздравить вас с древним открытием, что новое — это хорошо забытое старое. Но лучше предоставим слово для поздравления Э. Якобсену:

Сколь много граммов кислорода
Всечасно окружает нас

В земле, в воде, во всех породах,
В лесах, в полях (и в огородах) —
Столь кратно поздравляем вас!

И сколь химических теорий
Рождается и мрет тотчас

На радость химику иль горе
На плахе опыта иль в споре —
Столь кратно поздравляем вас!

Ф. К. Величко
Кандидат химических наук
И. И. Кандрор
Институт элементоорганических соединений
АН СССР (Москва)

Читайте в № 8 журнала «Природа»

Физика

высокотемпературной плазмы

Л. А. Арцимович

В. И. ЛЕНИН И ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Г. Д. Курочкин

Человечество

и продовольственные ресурсы

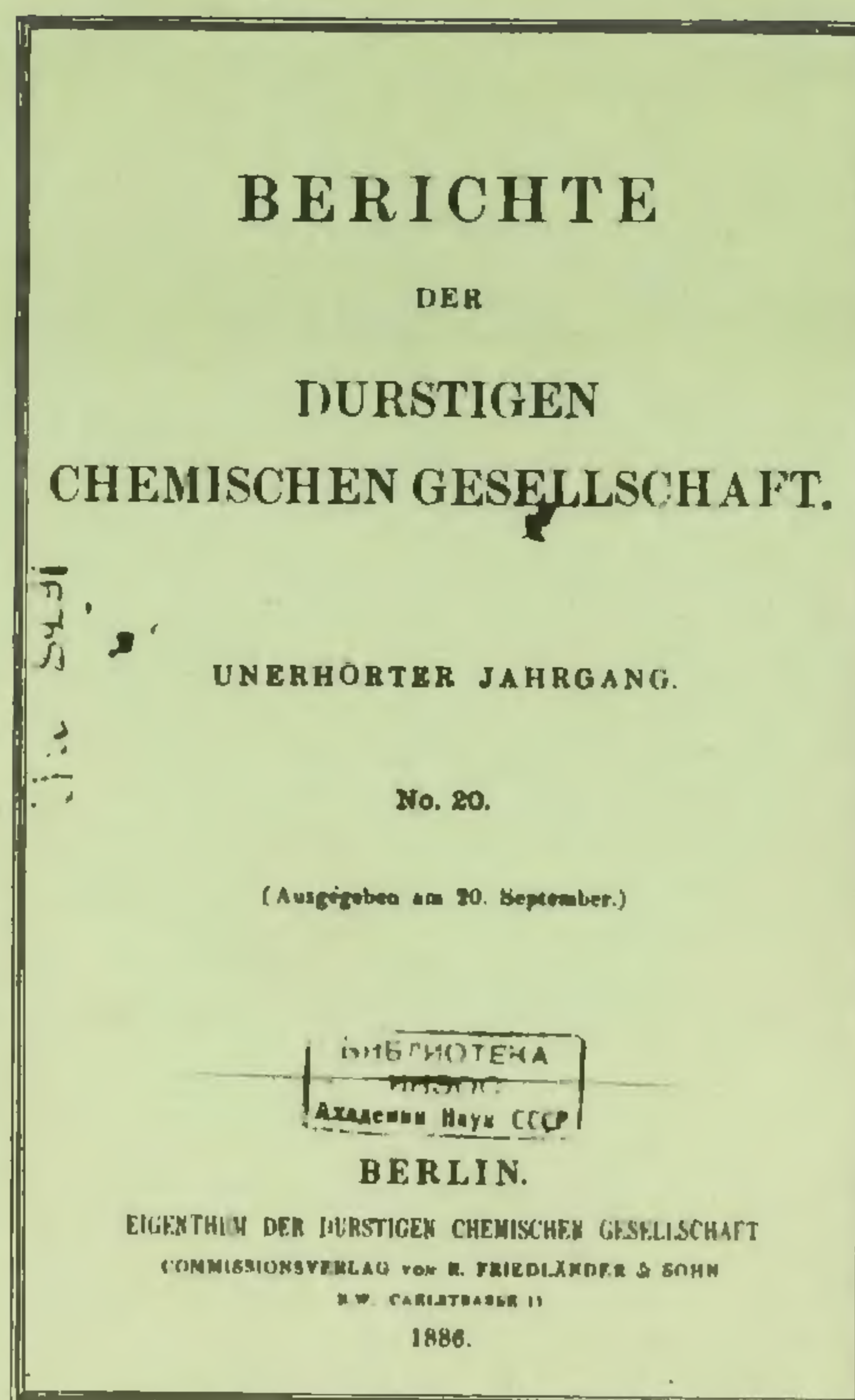
В. П. Ковалевский

Этология

Л. В. Крушинский,
Д. Кальтенхаузер

ФУТУРОЛОГИЯ НАШИХ ПРЕДКОВ

М. А. Корец



Вверху.

Слева — обложка журнала «Доклады немецкого химического общества». Справа — шуточный номер, выпущенный в сентябре 1886 г., как объясняют его издатели, по причине жаркой погоды. На самом деле он, по-видимому, был приурочен к большому съезду естествоиспытателей, проходившему в Берлине. Трудно удержаться от соблазна предложить нашим читателям найти между этими обложками 13 различий, не замеченных многими современниками этих изданий.



Внизу.

Слева — формула бензола по Кекуле, рекомендуемая шуточным «Берихте». Справа — формула бензола, напечатанная шуточным «Берихте» в 1886 г., а всерьез предложенная Тиле в 1899 г.

Цена 50 коп.

Индекс 70737



Издательство
„Наука“